QUADRO 3 — Contribuições positivas

c_0 / c_i	5	10	20	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
k_1	0,12176	0,12502	0,12665	0,12722	0,12747	0,12763	0,12	0,12778	0,12787	0,127	0,128	0,1281	0,1281	0,128	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282	0,1282
k_3	0,2158	0,34175	0,38788	0,40408	0,4180	0,41444	0,42	0,42201	0,423214	0,424	0,4265	0,427592	0,428	0,4292	0,42982	0,43	0,430	0,43089	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
k_5	0,2756	0,50491	1,03342	1,72377	2,472	3,1887	3,606	3,9146	4,13072	4,298	4,643	4,54513	4,626	4,6969	4,7472	4,787	4,822	4,84772	4,86	4,8855	4,8979	4,9	4,917	4,9203	4,922	4,9297
k_8	0,10734	0,21551	0,4165	0,666966	0,8133	1,12304	1,5959	2,0604	2,33857	2,518	2,675	2,78106	2,864	2,9334	2,9885	3,024	3,0638	3,0901	3,1117	3,1285	3,1409	3,151	3,15928	3,1675	3,168	3,1775
k_9	0,02551	0,051234	0,10377	0,15655	0,2170	0,26697	0,3799	0,4947	0,55522	0,598	0,6360	0,661135	0,680	0,69735	0,71045	0,720	0,7283	0,73461	0,7397	0,74375	0,74669	0,749	0,75104	0,7530	0,754	0,7553
k_{12}	0,008418	0,01694	0,03401	0,053809	0,06863	0,086400	0,11	0,14199	0,19598	0,26140	0,34256	0,3838058	0,4138	0,43722	0,45611	0,4696	0,4808	0,489912	0,50	0,50185	0,50652	0,51	0,51245	0,5146	0,515	0,51775
k_{15}	0,04445	0,08907	0,1787	0,28278	0,3606	0,45405	0,573	0,75145	0,97737	1,37375	1,80	2,01699	2,17477	2,297	2,39697	2,4683	2,527	2,5746	2,609	2,637	2,6619	2,67	2,693	2,704	2,71	2,721
k_{17}	0,03048	0,06096	0,12216	0,19286	0,24516	0,3069	0,3873	0,4946	0,62270	0,78736	1,030	1,3434	1,884	2,4432	2,76616	2,9825	3,1512	3,28785	3,38	3,465	3,5309	3,5785	3,6168	3,649	3,674	3,693
k_{20}	0,001386	0,002794	0,005588	0,008826	0,011198	0,01402	0,0176	0,02247	0,028138	0,03526	0,04534	0,0570812	0,072675	0,0944	0,12287	0,1727	0,22396	0,2535654	0,27340	0,2884	0,30131	0,31010	0,3174	0,32328	0,3280	0,33155
k_{22}	0,003284	0,0065079	0,013119	0,02066	0,026238	0,0328907	0,041443	0,05257	0,065833	0,08235	0,10552	0,1321207	0,16557	0,20952	0,268022	0,3388	0,4358	0,57693	0,8109	1,0457	1,1906	1,2837	1,3546	1,4117	1,457	1,490
k_{23}	0,0002098	0,0004138	0,0008382	0,00132	0,0016764	0,0021014	0,004	0,003359	0,00420618	0,004	0,0067419	0,0084414	0,009309	0,013386	0,0171243	0,021652	0,02785	0,036861	0,051810	0,06681	0,076069	0,08202	0,086548	0,090198	0,09309	0,09523
k_{26}	0,000525	0,001113	0,002205	0,0035	0,00444	0,011144	0,0070	0,008890	0,011144	0,01379	0,017815	0,0223059	0,027902	0,035210	0,044765	0,056101	0,07099	0,09084	0,11462	0,1463	0,19547	0,2747	0,3543	0,40277	0,4349	0,45896
k_{27}	0,0008245	0,0017489	0,003464	0,0055	0,0069771	0,017512	0,0111	0,01396	0,017512	0,021669	0,027994	0,0350515	0,043845	0,0553299	0,070345	0,088158	0,111555	0,142703	0,180438	0,229809	0,30717	0,4317	0,55675	0,62978	0,6835	0,721222
k_{30}		0,00072	0,00143	0,00225	0,002866	0,007164	0,0045	0,00572	0,007164	0,0085	0,01146	0,014328	0,0180	0,0229	0,022678	0,035874	0,045225	0,057555	0,072130	0,090	0,11675	0,1476	0,25132	0,25625	0,35325	0,45535
k_{18}	0,0549	0,10442	0,2089		0,41881	0,5	0,662519	0,8431	1,0637	1,3450	1,7608	2	2,2185	4,1753		3,0951	5,3847	5,5839	5,7830	5,9158	6,03196	6,17866	6,2313		6,3091	6,3358

QUADRO 3-A — Contribuições negativas

c_0 / c_i	5	10	20	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
k_2	0,064343	0,101481	0,1151	0,120015	0,12176	0,12306	0,12416	0,12502	0,1256714	0,12619	0,12665	0,12697	0,12723	0,1274	0,1276	0,1277	0,1278	0,127879	0,12891	0,12806	0,1281	0,128	0,128	0,128	0,128	0,1281
k_4	0,03192	0,046079	0,09021	0,150700	0,2154	0,27938	0,3151	0,34175	0,364441	0,37528	0,3878	0,39679	0,4038	0,4094	0,4144	0,4179	0,4207	0,423814	0,42496	0,426	0,4279	0,42846	0,42916	0,4295	0,4301	0,43056
k_6	0,2007	0,40288	0,81729	1,329205	1,7592	2,472	3,2067	3,6305	3,91459	4,1337	4,3145	4,443	4,5451	4,6286	4,6969	4,7472	4,7894	4,8191	4,8477	4,867	4,882	4,8998	4,907	4,914	4,923	4,9279
k_7	0,1295	0,26852	0,52748	0,857865	1,1353	1,5919	2,0695	2,5411	2,52647	2,6659	2,7946	2,867	2,9334	2,987	3,0313	3,0637	3,0911	3,11049	3,12870	3,1416	3,1507	3,16228	3,16753	3,17148	3,1772	3,180
k_{10}	0,019332	0,03852	0,077468	0,12341	0,15655	0,2221	0,26447	0,3794	0,489244	0,55159	0,6006	0,63377	0,6595	0,680	0,6973	0,7097	0,72	0,728362	0,73453	0,7396	0,74377	0,7468	0,74931	0,751048	0,7530	0,75424
k_{11}	0,01331	0,02654	0,05337	0,084915	0,11	0,1592	0,18222	0,26147	0,337095	0,38601	0,4138	0,43666	0,454	0,4696	0,480	0,4889	0,49613	0,5018509	0,506103	0,5095	0,5124	0,5145	0,5162	0,51748	0,51868	0,519623
k_{14}	0,02786	0,05572	0,11152	0,175875	0,2238	0,2805	0,3549	0,454	0,574122	0,7319	0,9997	1,37375	1,7715	2,005	2,17477	2,294	2,39163	2,46817	2,525	2,588	2,609	2,6373	2,6597	2,67811	2,693	2,70432
k_{16}	0,06527	0,13054	0,2612	0,41205	0,5243	0,6571	0,8316	1,063	1,34508	1,7147	2,289	3,1247	4,1504	4,6973	5,09505	5,3743	5,6032	5,78305	5,9158	6,0214	6,11236	6,17866	6,2312	6,27443	6,3091	6,3358
k_{19}	0,01752	0,040	0,096288	0,152952	0,1844	0,24	0,30694	0,3878	0,48996	0,61795	0,7991	1,0217	1,3257	1,884	2,4432	2,7571	2,98255	3,158	3,2831	3,382	3,4691	3,528	3,5785	3,6169	3,648	3,671
k_{21}	0,0065079	0,01315	0,026310	0,041443	0,05257	0,06833	0,08301	0,10552	0,13212	0,16557	0,212913	0,2682	0,3388	0,4358	0,5769	0,8109	1,05468	1,190604	1,2837	1,3546	1,414	1,457	1,49	1,51797	1,540	1,55679
k_{24}	0,000126	0,000252	0,000528	0,0008278	0,0010507	0,0013028	0,001638	0,00210144	0,0026268	0,0032795	0,0042061	0,0052615	0,0065729	0,0082771	0,010579	0,013266	0,01683	0,02165262	0,027603	0,035772	0,05181	0,066811	0,0753264	0,081696	0,086548	0,090068
k_{25}	0,0006681	0,001337	0,00280	0,004389	0,005571	0,0069087	0,00869	0,011143	0,01393	0,01759	0,02130	0,027901	0,034856	0,043861	0,0561084	0,070349	0,08925	0,1148245	0,14638	0,18972	0,27474	0,35429	0,39945	0,43323	0,45896	0,47763
k_{28}	0,00066	0,0011.	0,002453	0,004202	0,005232	0,006653	0,008404	0,01050	0,013475	0,016813	0,02145	0,026625	0,033649	0,042438	0,0539	0,067507	0,08559	0,1089	0,13678	0,17277	0,22593	0,28264	0,3982	0,544538	0,62356	0,675774
k_{29}	0,00014	0,0009	0,002007	0,003438	0,004297	0,005445	0,006876	0,008595	0,0110025	0,013756	0,01755	0,0217845	0,027531	0,034722	0,04410	0,055233	0,06979	0,08910	0,111915	0,14136	0,184855	0,231255	0,3258	0,4455	0,510187	0,5529060
k_{31}	0,000016	0,0000263	0,00005278	0,000082336	0,0001057	0,0001328	0,00013853	0,0002113	0,00026427	0,0003276	0,0004228	0,00052654	0,0006474	0,00083	0,0010579	0,001323	0,0016683	0,00212314	0,0026808	0,00332	0,004307	0,0054459	0,0069426	0,0088	0,01303	0,016804

QUADRO 4

Somatório das contribuições de todas as semi-rectas para as diversas frequências

f c/s	Em radianos Contribuições positivas	Em radianos Contribuições negativas	Em radianos Total
5	0,8906	— 0,57	+ 0,3206
10	1,5224	— 1,1280	+ 0,3944
20	2,6586	— 2,1911	+ 0,4675
40	5,2751	— 4.5259	+ 0,7492
63	7,9441	— 7,7864	+ 0,1577
80	9.3791	— 9,15211	+ 0,22699
125	11,8980	— 11,555	+ 0,343
160	13,4557	— 13,0516	+ 0,4041
250	16,7535	— 16,904	— 0,1505
315	18,667	— 18,57451	+ 0,0925
500	20,8071	— 21,22675	— 0,41965
630	21,6313	— 22,19197	— 0,56067
1.000	23,046	— 23,490	— 0,444
1.250	23,70280	— 24,04090	— 0,3381
1.600	24,26323	— 24,49826	— 0,23503
2.000	24,700	— 24,4386	— 0,2386
2.500	25,3079	— 25,3855	— 0,0776
3.150	25,60347	— 25,83719	— 0,23372
4.000	25,93	— 26,174	— 0,244

QUADRO 5

(Hz)	$\Phi_{mm}(\omega)$	A (ω)	cos φ (ω)	sen φ (ω)	U (ω)	V (ω)
40	1410	41,7	0,733	0,68	24 702	22,916
50	1840	86,5	0,89	0,449	18,868	9,5188
63	2510	53,2	0,988	0,157	46,492	7,4104
80	3160	59,3	0,974	0,225	51,7194	11,9475
100	2510	54,2	0,991	0,130	45,8833	6,019
125	2240	51,3	0,942	0,336	40,977	14,616
160	7090	86,2	0,92	0,392	79,44	32,144
200	10.000	102	1	0,01	97,9	0
250	1410	42,6	0,988	— 0,149	32,7028	— 4,93
315	5000	74	0,995	0,089	67,1625	6,00
400	5000	74	0,983	- 0,1738	66,352	— 11,73
500	2492	70	0,911	— 0,407	32,436	— 14,48
630	1270,3	56,21	0,847	— 0,531	19,142	— 12,00
800	412,9	43,93	0,845	— 0,532	7,943	— 5,00
1000	125,39	34,64	0,903	— 0,429	3,268	— 1,55
1250	79,41	35,14	0,942	— 0,33	2,129	— 0,7458
1600	99,96	35,7	0,972	— 0,233	2,726	— 0,652
2000	62,56	32,93	0,971	— 0,236	1,845	— 0,448
2500	98,42	37,14	0,997	— 0,027	2,6420	— 0,1908
3150	61,76	35,91	0,973	— 0,231	1,6735	— 0,39732
4000	19,47	33,02	0,970	— 0,24	0,5723	— 0,1416

QUADRO 6 — Decomposição de U (ω)

Contribuições negativas:

τ_i	0,79	0,58	10,4	25,6	56,2	9,8	23	12	6	6,8
f_i	2240	1420	305	270	156	66	53.5	5	15	28
Δ_i	220	150	15	20	29	9	3,5	5	5	8

Contribuições positivas:

τ_i	1,1	0,971	0,87	1,16	4,6	7,3	17,2	36	4,8	5	5,6	6	0,57
f_i	3575	2867	1795	1110	900	732	582	446	228	111,5	92	46	4527.5
Δ_i	425	285	155	110	100	68	82	54	22	11,5	8	4	522,5

QUADRO 6-A — Decomposição de V (ω)

Contribuições negativas:

τ_i	0,25	0,46	0,1	0,75	3,5	7	2,4	10,8	17,4	8,2	5,6	13,8	9	0,14
f_i	3575	2050	1425	1125	900	715	565	283,5	139	114	73	29	10	4522,5
Δ_i	425	450	175	125	100	85	65	23,5	14	11	6	9	10	522,5

Contribuições positivas:

τ_i	0,2	2,6	17,8	1,2	3,6	32	5,6	4,6	11,8
f_i	2905	450	361,5	236,5	211,5	182,5	90	53,5	43
Δ_i	245	50	38,5	13,5	11,5	17,5	8	8,5	2

QUADRO 8

Valores de decomposição em trapézios de $\beta(t)$ para o cálculo de $P_B(w)$ e $Q_B(w)$

$\omega_i = t_i$	0,01272	0,01122	$9,625 \times 10^{-3}$	$8,6 \times 10^{-3}$	$7,125 \times 10^{-3}$	$6,125 \times 10^{-3}$	$4,375 \times 10^{-3}$	$3,075 \times 10^{-3}$
Δ_i	0,00079	0,00072	0,000375	$0,65 \times 10^{-3}$	$0,375 \times 10^{-3}$	$0,625 \times 10^{-3}$	$0,625 \times 10^{-3}$	$0,325 \times 10^{-3}$
$\tau_i - K_{oi}$	$-0,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	-2×10^3	-8×10^3	$0,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$-1,55 \times 10^4$	$0,35 \times 10^4$

$\omega_i = t_i$	$2,225 \times 10^{-3}$	$1,75 \times 10^{-3}$	$1,075 \times 10^{-3}$	$0,475 \times 10^{-3}$	$11,35 \times 10^{-3}$	$13,65 \times 50^{-3}$	$15,55 \times 10^{-3}$	$17,2 \times 10^{-3}$
Δ_i	$0,175 \times 10^{-3}$	$0,3 \times 10^{-3}$	$0,125 \times 10^{-3}$	$0,475 \times 10^{-3}$	$0,475 \times 10^{-3}$	$1,085 \times 10^{-3}$	$0,75 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$
$\tau_i = K_{oi}$	$-0,35 \times 10^4$	$-1,4 \times 10^4$	$0,75 \times 10^4$	$0,525 \times 10^4$	$0,23 \times 10^4$	-023×10^3	$0,44 \times 10^3$	$-0,59 \times 10^3$

$\omega_i = t_i$	$19,05 \times 10^{-3}$	$20,6 \times 10^{-3}$	$22,75 \times 10^{-3}$	25×10^{-3}	$26,2 \times 10^{-3}$	29×10^{-3}	$30,9 \times 10^{-3}$	$33,3 \times 10^{-3}$
Δ_i	$0,45 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,55 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$0,6 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$0,4 \times 10^{-3}$	1×10^{-3}
$\tau_i = K_{oi}$	$0,38 \times 10^3$	$-0,44 \times 10^3$	$0,33 \times 10^3$	$-0,21 \times 10^3$	$0,12 \times 10^3$	$-0,15 \times 10^3$	$0,16 \times 10^3$	$-0,18 \times 10^3$

$\omega_i = t_i$	$35,45 \times 10^{-3}$	$38,15 \times 10^{-3}$	$38,8 \times 10^{-3}$	$41,3 \times 10^{-3}$	$46,65 \times 10^{-3}$	$51,5 \times 10^{-3}$	$54,5 \times 10^{-3}$
Δ_i	$0,85 \times 10^{-3}$	$0,35 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$2,65 \times 10^{-3}$	1×10^{-3}	$0,7 \times 10^{-3}$
$\tau_i = K_{oi}$	$0,3 \times 10^3$	$-0,07 \times 10^3$	$0,214 \times 10^3$	$-0,3 \times 10^3$	$-0,24 \times 10^3$	$0,1 \times 10^3$	$0,07 \times 10^3$

QUADRO 7

```
1600010000000S
LOAD DATA
 .59309E 05 .25000E-03 SEG
 .33862E 05 .50000E-03 SEG
 .48312E 04 .75000E-03 SEG
-.16459E 05 .10000E-02 SEG
-.22412E 05 .12500E-02 SEG
-.21181E 05 .15000E-02 SEG
-.15541E 05 .17500E-02 SEG
-.10091E 05 .20000E-02 SEG
-.64275E 04 .22500E-02 SEG
-.49478E 04 .25000E-02 SEG
-.52329E 04 .27500E-02 SEG
-.66425E 04 .30000E-02 SEG
-.80274E 04 .32500E-02 SEG
-.87502E 04 .35000E-02 SEG
-.83097E 04 .37500E-02 SEG
-.64699E 04 .40000E-02 SEG
-.30924E 04 .42500E-02 SEG
 .79224E 03 .45000E-02 SEG
 .40863E 04 .47500E-02 SEG
 .62101E 04 .50000E-02 SEG
 .70042E 04 .52500E-02 SEG
 .64134E 04 .55000E-02 SEG
 .46587E 04 .57500E-02 SEG
 .22738E 04 .60000E-02 SEG
-.19490E 03 .62500E-02 SEG
-.24826E 04 .65000E-02 SEG
-.45285E 04 .67500E-02 SEG
-.62935E 04 .70000E-02 SEG
-.76140E 04 .72500E-02 SEG
PAUSE 0000
-.82655E 04 .75000E-02 SEG
-.47585E 04 .85000E-02 SEG
 .95117E 03 .95000E-02 SEG
 .24339E 04 .10500E-01 SEG
 .38286E 03 .11500E-01 SEG
-.31513E 03 .12500E-01 SEG
-.22295E 03 .13500E-01 SEG
-.61496E 02 .14500E-01 SEG
-.24363E 03 .15500E-01 SEG
-.51624E 03 .16500E-01 SEG
PAUSE 0000
 .23559E 02 .17500E-01 SEG
 .84817E 02 .18500E-01 SEG
-.31792E 03 .19500E-01 SEG
-.58762E 02 .20500E-01 SEG
 .14517E 03 .21500E-01 SEG
 .60067E 02 .22500E-01 SEG
-.20360E 03 .23500E-01 SEG
-.17810E 03 .24500E-01 SEG
 .16350E 02 .25500E-01 SEG
-.80278E 02 .26500E-01 SEG
PAUSE 0000
-.10343E 03 .27500E-01 SEG
-.46065E 02 .28500E-01 SEG
-.43803E 00 .29500E-01 SEG
 .55865E 02 .30500E-01 SEG
-.12742E 03 .31500E-01 SEG
-.93315E 02 .32500E-01 SEG
 .10584E 03 .33500E-01 SEG
 .70694E 02 .34500E-01 SEG
-.11634E 03 .35500E-01 SEG
-.23178E 03 .36500E-01 SEG
PAUSE 0000
-.15161E 03 .37500E-01 SEG
-.18271E 03 .38500E-01 SEG
-.37716E 03 .39500E-01 SEG
-.33441E 03 .40500E-01 SEG
-.18895E 03 .41500E-01 SEG
-.89857E 02 .42500E-01 SEG
-.70673E 02 .43500E-01 SEG
-.62563E 02 .44500E-01 SEG
 .25738E 02 .45500E-01 SEG
 .57025E 02 .46500E-01 SEG
PAUSE 0000
 .68578E 02 .47500E-01 SEG
 .13884E 03 .48500E-01 SEG
 .17539E 03 .49500E-01 SEG
 .17564E 03 .50500E-01 SEG
 .10367E 03 .51500E-01 SEG
 .74966E 02 .52500E-01 SEG
 .83184E 02 .53500E-01 SEG
-.10331E 02 .54500E-01 SEG
-.13662E 03 .55500E-01 SEG
-.18143E 03 .56500E-01 SEG
PAUSE 0000

LOAD DATA
-.10331E 02 .54500E-01 SF
-.13662E 03 .55500E-01 SEG
-.18143E 03 .56500E-01 SEG
-.12182E 03 .57500E-01 SEG
-.85773E 02 .58500E-01 SEG
-.17061E 03 .59500E-01 SEG
-.19914E 03 .60500E-01 SEG
-.14885E 03 .61500E-01 SEG
-.11319E 03 .62500E-01 SEG
-.96356E 02 .63500E-01 SEG
-.47792E 02 .64500E-01 SEG
 .36923E 02 .65500E-01 SEG
 .66484E 02 .66500E-01 SEG
 .53414E 02 .67500E-01 SEG
 .85118E 02 .68500E-01 SEG
```

QUADRO 9

```
1600010000000S
LOAD DATA

PB-.39025E 02 QB .43786E 01 .10000E 02
PB-.37869E 02 QB .84881E 01 .20000E 02
PB-.36173E 02 QB .12078E 02 .30000E 02
PB-.34204E 02 QB .15077E 02 .40000E 02
PB-.32212E 02 QB .17546E 02 .50000E 02
PAUSE 0000
PB-.30359E 02 QB .19650E 02 .60000E 02
PB-.27105E 02 QB .23517E 02 .80000E 02
PB-.23693E 02 QB .27517E 02 .10000E 03
PB-.19386E 02 QB .31083E 02 .12000E 03
PB-.14671E 02 QB .33431E 02 .14000E 03
PB-.10498E 02 QB .34899E 02 .16000E 03
PB-.67081E 01 QB .36556E 02 .18000E 03
PB-.20390E 01 QB .38467E 02 .20000E 03
PB .40632E 01 QB .39123E 02 .22000E 03
PB .10163E 02 QB .37108E 02 .24000E 03
PAUSE 0000
PB .14004E 02 QB .33092E 02 .26000E 03
PB .14892E 02 QB .28291E 02 .30000E 03
PB .19366E 02 QB .28165E 02 .34000E 03
PB .23926E 02 QB .21458E 02 .38000E 031

1600010000000S
1600010000000S
LOAD DATA
PB .41274E 02 QB-.19598E 02 .24200E 04
PB .37423E 02 QB-.25590E 02 .25800E 04
PB .32212E 02 QB-.29795E 02 .27400E 04
PB .26059E 02 QB-.31293E 02 .29000E 04
PAUSE 0000
PB .20932E 02 QB-.30553E 02 .30600E 04
PB .15700E 02 QB-.28011E 02 .33800E 04
PB .11199E 02 QB-.27377E 02 .37000E 04
PB .70619E 01 QB-.24657E 02 .40200E 04
PB .54140E 01 QB-.22224E 02 .43400E 04
PB .33260E 01 QB-.20062E 02 .46600E 04
PB .21735E 01 QB-.17932E 02 .49800E 04
PB .14789E 01 QB-.16109E 02 .53000E 04
PB .12117E 01 QB-.14152E 02 .56200E 04
PB .18383E 01 QB-.12836E 02 .59400E 04
PAUSE 0000
PB .14424E 01 QB-.12778E 02 .62600E 04
PB .12591E 01 QB-.10746E 02 .69000E 04
PB .16293E 01 QB-.94945E 01 .75400E 04
PB .14873E 01 QB-.90695E 01 .81800E 04
PB .19649E 01 QB-.80289E 01 .88200E 04
PB .16647E 01 QB-.80589E 01 .94600E 04
PB .15890E 01 QB-.78595E 01 .10100E 05
PB .12161E 01 QB-.76863E 01 .10740E 05
PB .10477E 01 QB-.72985E 01 .11380E 05
PB .37234E 00 QB-.66777E 01 .12020E 05
PAUSE 0000
PB .47183E 00 QB-.64983E 01 .12660E 05
PB .33436E 00 QB-.55312E 01 .13940E 05
PB .55917E 00 QB-.48169E 01 .15220E 05
PB .43882E 00 QB-.49727E 01 .16500E 05
PB .49500E 00 QB-.44515E 01 .17780E 05
PB .28045E 00 QB-.43164E 01 .19060E 05
PB .39967E-01 QB-.38071E 01 .20340E 05
PB .16360E 00 QB-.34791E 01 .21620E 05
PB .38971E 00 QB-.33198E 01 .22900E 05
PB .33364E 00 QB-.34108E 01 .24180E 05
PAUSE 0000
PB .15914E-01 QB-.32322E 01 .25460E 05
PB .16299E 00 QB-.26867E 01 .28020E 05
PB .12771E 00 QB-.26156E 01 .30580E 05

PB .45003E-01 QB-.23530E 01 .33140E 05
PB .94396E-01 QB-.21380E 01 .35700E 05
PB .25965E-01 QB-.20927E 01 .38260E 05
PB .41112E-01 QB-.18866E 01 .40820E 05

1600010000000S
```

QUADRO 10

Cálculo de $\sqrt{P_B^2(\omega) + Q_B^2(\omega)}$

ω	$\sqrt{P_B^2(\omega)+Q_B^2(\omega)}$	ω	$\sqrt{P_B^2(\omega)+Q_B^2(\omega)}$
10	39,3	1300	58,6
20	38,9	1380	50,4
30	38,2	1460	40,7
40	37,48	1620	23,85
50	36,7	1780	28,76
60	36,1	1940	34,7
80	35,8	2100	42,1
100	36,25	2260	44,819
120	36,6	2420	45,56
140	36,5	2580	45,3
160	36,43	2740	44
180	37,3	2900	40,7
200	38,6	3060	37,2
220	39,25	3380	32,2
240	38,5	3700	29,5
260	36,9	4020	25,5
300	31,9	4340	22,7
340	34,2	4660	20,3
380	32,1	4980	18
420	27,5	5300	16,2
460	24,8	5620	14,2
500	24,6	5940	12,9
580	22,2	6260	12,8
620	21,8	6900	10,8
660	22,1	8180	9,2
740	25,2	8820	8,3
820	31,1	9460	8,2
900	39	12 020	6,68
980	47,6	19.220	4,85
1060	56,1	20.340	3,8
1140	61,2	29.180	3,42
1220	62,1	30.580	2,6

QUADRO 11

f (Hz)	ω	A (ω)	$\sqrt{P_B^2(\omega)+Q_B^2(\omega)}$	$\lvert H(\omega)\rvert$
40	251,3	41,7	37.5	0,899
50	314,15	86,5	32	0,3699
63	395,84	53,2	30,2	0,5676
80	502,6	59,3	24,5	0,4131
100	628,31	54,2	21,8	0,4022
125	785,39	51,3	28,5	0,555
160	1005,3	86,2	57	0,6612
200	1256,63	102	61	0,598
250	1570 79	46,2	27	0,6338
315	1979,2	74	36	0,4864
400	2513	74	45,8	0,6189
500	3141,5	70	32,5	0,4642
630	3958,4	56,21	27	0,4803
800	5026	43,93	17,5	0,39836
1000	6273,15	34,64	12,8	0,3695
1250	7853,9	35,14	9,8	0,2788
1600	10.053	35,7	8	0,2240
2000	12.566,3	32,93	6,5	0,1973
2500	15.707,9	37,14	4,7	0,1265
3150	19.792	35,91	4	0,11138
4000	25.130	33,015	3,4	0,1029

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Eng°. Rebelo Simões as sugestões e auxílio dispensado, assim como à Companhia I. B. M. Portuguesa as facilidades concedidas na utilização do computador 1620.

APÊNDICE

O programa FORTRAN foi feito de modo a se poder aplicar tanto à determinação de $\beta(t)$ como de $P_B(\omega)$ e $Q_B(\omega)$, bastando para tal accionar de modo conveniente os "SWITCHES".

PROGRAMA

```
                1600010000000S
UTO FORTRAN PROCESSOR 11762
ENTER A SOURCE PROGRAM
07070          DIMENSION OM(50),DELT(50),TA(50),OM2(50),DEL2(50),TA2(50)
07070          READ 6,M,PI,K,MM,TIN,DETAT
07154        6 FORMAT (I3,F8.6,I5,I3,E12.6,E12.6)
07202          DO 7 I=1,M
07214          IF (SENSE SWITCH 4) 13,98
07234       98 READ 100,OM(I),DELT(I),TA(I)
07354      100 FORMAT (E10.4,E10.4,E10.4)
07386          GO TO 101
07394       13 READ 40,OM(I),DELT(I),TA(I)
07514       40 FORMAT (F6.1,F5.1,F6.2)
07546      101 IF (SENSE SWITCH 1) 91,7
07566       91 OM(I)=OM(I)*PI*2.
07662          DELT(I)=DELT(I)*PI*2.
07758        7 CONTINUE
07794          IF (SENSE SWITCH 3) 14,30
07814       14 DO 15 J=1,MM
07826          IF (SENSE SWITCH 4) 99,102
07846      102 READ 100,OM2(J),DEL2(J),TA2(J)
07966          GO TO 103
07974       99 READ 16,OM2(J),DEL2(J),TA2(J)
08094       16 FORMAT (F6.1,F5.1,F6.2)
08126      103 IF (SENSE SWITCH 1) 92,15
08146       92 OM2(J)=OM2(J)*PI*2.
08242          DEL2(J)=DEL2(J)*PI*2.
08338       15 CONTINUE
08374       30 XM1=1.
08398          N=1
08422          T=TIN
08446        1 SOMA=0
08482          SOMB=0
08518          DO 10 I=1,M
08530          O=OM(I)*T
08590          D=DELT(I)*T
08650          A=SIN(O)/O
08686        3 B=SIN(D)/D
08722          SOMA=SOMA+(TA(I)*OM(I)*A*B)
08842          IF (SENSE SWITCH 3) 10,32
08862       32 C=COS(O)/O
08898          SOMB=SOMB+(TA(I)*OM(I)*(C*B-1./O))
09102       10 CONTINUE
09138          IF (SENSE SWITCH 3) 50,33
09158       50 DO 17 J=1,MM
09170          O2=OM2(J)*T
09230          D2=DEL2(J)*T
09290          C=COS(O2)/O2
09326          D=SIN(D2)/D2
09362       17 SOMB=SOMB+(TA2(J)*OM2(J)*(C*D-1./O2))
09602       33 IF (SENSE SWITCH 4) 120,121
09622      121 PRINT 122,SOMA,SOMB,T
09670      122 FORMAT (3H PB,E11.5,3H QB,E11.5,E11.5)
09728          GO TO 123
09736      120 BEC=SOMA*(1./PI)
09784          BES=SOMB*(1./PI)
09832          BETA=BEC+BES
09868          PRINT 9,BETA,T
09904        9 FORMAT (E11.5,E11.5,4H SEG)
09946      123 N=N+1
09982          T=T+DETAT*XM1
10030          IF(N-K) 1,1,2
10098        2 CONTINUE
10098          PAUSE
10110          IF(SENSE SWITCH 2) 11,12
10130       11 N=K+1
10166          K=K+10
10202          IF (SENSE SWITCH 4) 95,96
10222       95 XM1=4.
10246          GO TO 1
10254       96 XM1=XM1*2.
10290          GO TO 1
10298       12 STOP
10310          END
```

Literatura Consultada

[1] Y. W. LEE, Statistical Theory of Communication, Wiley, 1960.

[2] V. V. SOLODOVNIKOV, Introduction to the Statistical Dynamics of Automatic Control Systems, Dover Publications, 1960.

[3] H. W. BODE, Network analysis and feedback amplifier design, Van Nostrand, 1945.

[4] W. B. DAVENPORT and W. L. Root, Random Signals and noise, Mc Graw-Hil, 1958.

LISNAVE
ESTALEIROS NAVAIS DE LISBOA, S.A.R.L

Direcção Geral 677021 (8 linhas) — Estaleiro da Rocha (concessionária da A.G.P.L.) 675061 (8 linhas) - 676171 (8 linhas)
Estaleiro da Margueira 2761121 . Endereço Telegráfico LISNAVE-LISBOA . Apartado 2138 . Telex 1672 LISNAV P

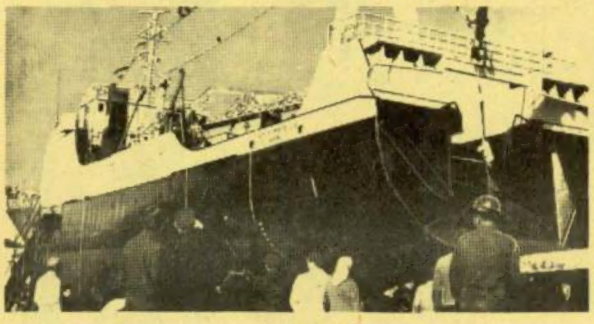
2 estaleiros no porto de Lisboa

2000 m de cais

ROCHA
4 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 18 000 t.d.w.

2 CARREIRAS DE CONSTRUÇÃO
PARA NAVIOS ATÉ 5000 gr.t.

MARGUEIRA
2 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 300 000 t.d.w.

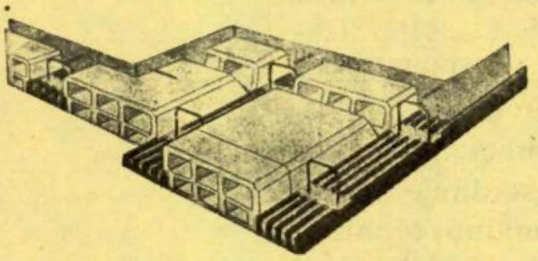


«SANTA MAFALDA»
Navio de pesca de arrasto pela popa
Entregue em 12 de Março de 1968
A Empresa de Pesca de Aveiro

Na foto notam-se 7 petroleiros e outros navios
com uma tonelagem total de 325 000 t.d.w.

PRÉ - ESFORÇADOS CERÂMICOS

PATIAL
patente stahlton



PAVIMENTOS, TECTOS, FORROS, COBERTURAS, ASNAS, SILOS

CERVAL
CERÂMICA VALE DE LOBOS, L.DA

R. JOAQUIM A. AGUIAR, 41, 5.º-D. - LISBOA - TEL. 53 11 38/9/0

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

trefilaço — A40 — σ 0,2 = 40 kgf/mm²

MALHASOL — A50 — σ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO BI — A68 — σ 0,2 = 68 kgf/mm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 671224/5 e 673785 - LISBOA

7.000 obras realizadas

coberturas
perfis especiais
vigas pré-esforçadas
pavimento trief
protecção de segurança

materiais novobra

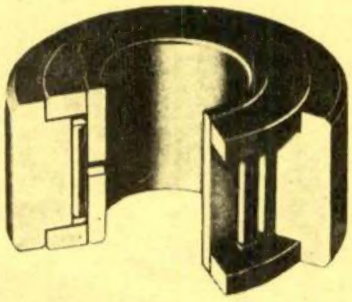
pavimentos
em betão pré-esforçado
(homologados pelo Lab. Nac. de Engenharia Civil)

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100 - 5.º D.º - TEL. 774832 / 771603 - LISBOA 5

I INA A

Rolos de apoio "INA" com anilhas de encosto

Diâmetros externos de 16 a 90 mm. Capacidades de carga dinâmica C de 320 a 5.100 kg. Aro exterior de parede grossa. As anilhas estão colocadas no aro interior.



Rolamentos de Agulhas Schaeffler, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 790 - Porto - Telef.: 21157/8/9
Av. António Augusto de Aguiar, 148-D — Lisboa
Telefone 561489

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

C. D. U. 550.837

A NON — LINNEAR CONFIGURATION APPLIED TO ELECTRICAL — PROBING

by AUGUSTO CLARA *
Dr. Min. Engineering, I. S. T.

The following note is part of the scheme of investigation on potentiometric methods in prospecting which the Laboratory of Geology of the Instituto Superior Técnico has been carrying out for a number of years, originating the publication of a Ph. thesis in 1964.

It has been written in English because the Author intended to submit it to the Committee on Publications of the European Association of Exploration Geophysicists. This was done in March 1967.

But never, since he received the acknowledgement of receipt of the manuscript, has the Author been able to get from the Committee any decision or even any further notice whatsoever, despite the very amiable and fair intervention of the President of the E.A.E.G., Professor Dr. B. Kunz.

Confronted by this conduct of the Committee so lacking in courtesy as to unfortunately impair its repute of civility, it has been felt now that publication of the present note should not be further postponed, notwithstanding the fact the journal of the E.A.E.G. has meanwhile published a paper on the same subjec, presented at a later date, the more so as the ways followed by that investingation are quite different and its conclusions do not lessen the interest of this note, for the pvblication of which we are indebted to «Técnica».

DÉCIO THADEU

RESUMO

Apresenta-se um novo dispositivo, em sondagens eléctricas, para os eléctrodos e comparam-se os resultados com ele obtidos com os obtidos pelos dispositivos de Wenner e de Schlumberger. Este estudo comparativo permite concluir que o dispositivo agora proposto é preferível quando se torna necessário reduzir o efeito de variações laterais, fortuitas, da resistividade.

SYNOPSIS

A new electrode device to be used for electric probes is here outlined and results compared with those obtained with the Wenner and Schlumberger devices. From this comparison it is concluded that the device here submitted is advisable whenever it may be important to reduce the effects of fortuitous lateral variations of the resistivity.

INTRODUCTION

In a previous work (CLARA, 1964, p. 70) concerned with the study of equipotential lines charts on tabular structures formed by two media, we came to the conclusion that the fact of *the influence of the second medium being greater when measurements are taken outside the AB line, would immediately lead to advocating research, for electrode spotting devices, on a non-linear basis.*

After the publication of the work mentioned above, we endeavoured to explore the field suggested by that conclusion and carried out a series of tests in which we used, besides the classic devices of Schlumberger and Wenner, a device in which the electrodes are not in line.

For this latter, because of its being easy to arrange, we adopted a distribution of the electrodes defining a square and with the electrodes moving along the diagonal lines, as shown in

* Laboratório de Geologia, Instituto Superior Técnico, Lisboa 1, Portugal.

Fig. 1; this device we have called, purely as a working name, *square device.*

In the following note are outlined the results of the comparative study of the three devices, tested on a reduced model and using the installation described in the work previously referred to.

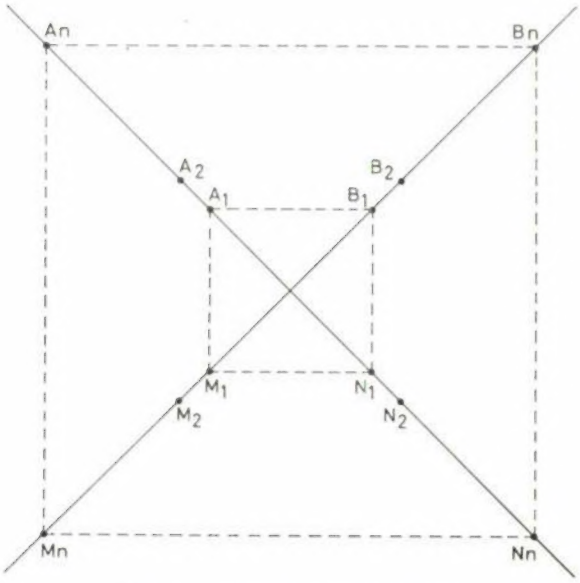


Fig 1 — «Square» device scheme.

PROCESS OF THE TESTS

The tests up to now carried out were restricted to tabular structures formed by two media. For the upper medium, water was used in every instance, and for the lower, sand in water was used in a series of tests, and the bottom of the tank, which is made of accrillic glass, in another series.

The ratio obtained for the resistivities of the two media was, in the former case, of 1 : 3.1 and, in the latter, of 1 : ∞ (1).

The comparison of the results obtained with the three different devices, as mentioned, was carried out on the basis of their respective curves.

As is well know, those curves are obtained by determining the ratio between the apparent resistivity and that of the first medium, in function of the semi-distance between the electrodes of the injected current, for unitary depth of the surface of separation of the two media.

It is obvious, bearing in mind the law of similarity, that we may use any depth for the surface of separation of the two media, provided that in abscissas we should set, not de semi--distance between the injected electrodes, but that same semi-distance divided by the depth at which the surface in question is found.

This fact enabled us to establish several results, for the ratio of de resistivities, corresponding to the same value indicated on the axis of the abscissas. In this way, we were enabled to control the error with wich tests were carried out, to increase the precision of the results by using average values, and to be assured that the error derived from wall effect was negligible. In the circumstances just described, the maximum error registered was of less than 8 %.

ANALYSIS OF THE RESULTS

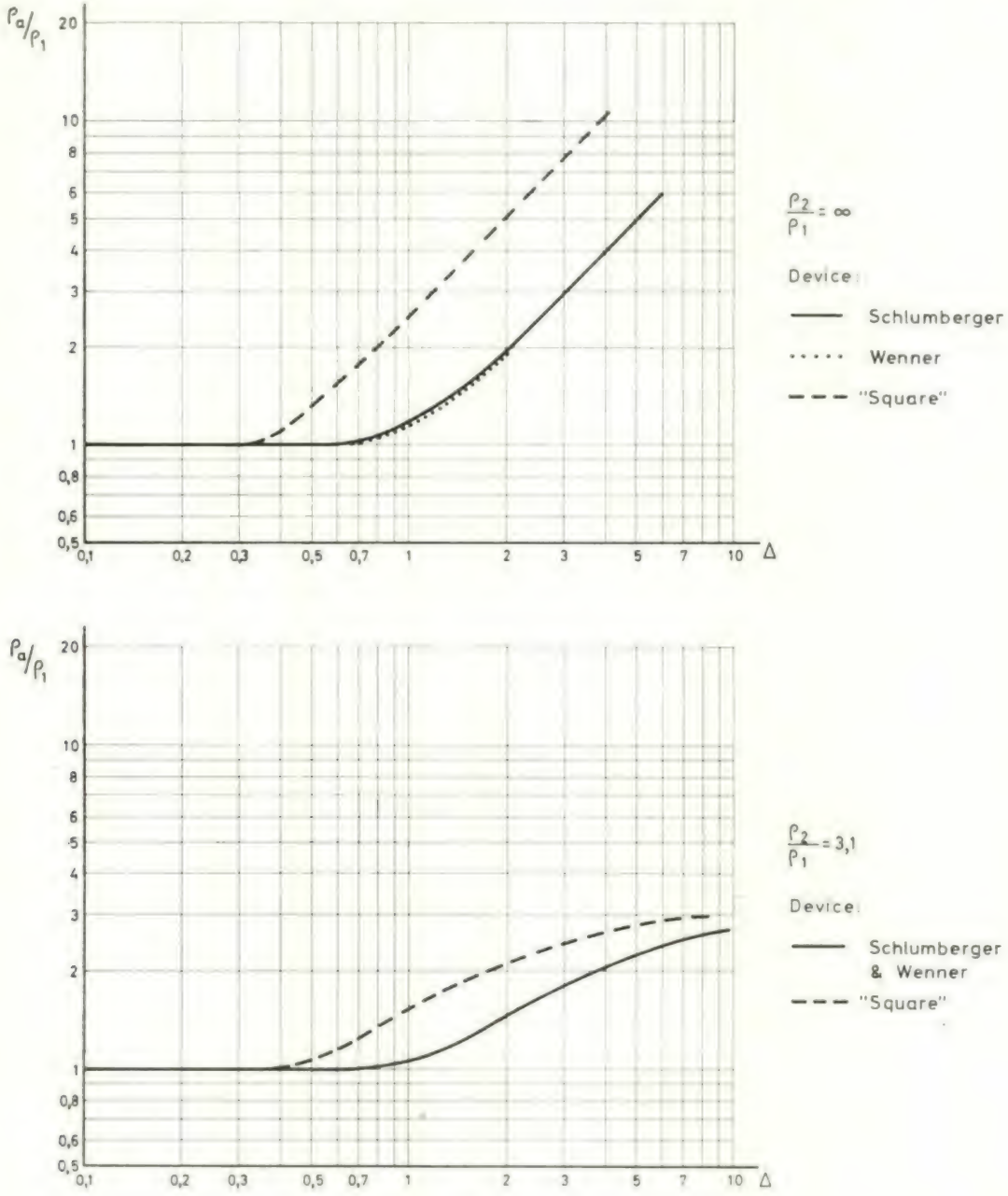
As mentioned before, two series of tests were carried out using the three devices to be compared, and the results are summarized in the graphs of Fig. 2.

The analyses of those graphs reveals:

1) a similar progress of the curves referring to the three devices;
2) the curves corresponding to the Schlumberger and the Wenner devices become indistinct for the 1 : 3.1 ratio of resistivity and tend to become distinct, in a small section, in the case of the 1 : ∞ ratio of resistivity, but difference registered, in the latter case, remains within the margin of error of the tests;
3) the *square device* leads to results considerably different from those of the other two, i. e., they were considerably higher in respect of the same distance between the electrodes of the injected current.

(1) Since the bottom of the tank is of insulating material and with weak power of absorbtion, it is taken, ideally, as if it were a perfect insulator, and infinite resistance is attributed to it.

Therefore, the Schlumberger and the Wenner devices dit not show any significant differences, in the circumstances under which the tests were carried out, and those differences that have been noted agree with the conclusions reached by KELLER (1963, p. 25) when he compared the curves of apparent resistivity obtained with those two devices and also with the dipole device: "The apparent resistivity curves for the various types of electrodes arrrays do differ from



ρ_a / ρ_1 Ratio between apparent resistivity and the resistivity ot the upper medium
Δ Ratio between the semi-distance of the current electrodes and the thickness of the upper medium

Fig. 2 — Resistivity curves of electric probes over two media structures using different electric devices.

one another to a slight extent. These differences are most pronounced in the case of a high resistivity contrast between the overburden and the substratum".

Thus, the Schlumberger and the Wenner devices and, from KELLER's conclusions, the dipole device as well, may be considered similar, and the choice of either one or the other, in the case of horizontal structures, remains an act of preference by a given school.

As we have mentioned before, the *square* device leads to considerably different and higher figures, in respect of resistivity ratio with the same spacing between the electrodes of injected current.

This means that, for one same given depth of the surface of separation of the two media, the *square* device requires a lesser distance between the electrodes of injected current than the other two.

An examination of Fig. 2 will show that difference becomes, in the distance between the injection electrodes, an approximately constant reduction in ratio, of close to 2.5 for the $1:\infty$ resistivity ratio, and of close to 2.1 for the 1:3.1.

CONCLUSION

One of the great drawbacks of electric probing lies in the fact of the distance between the electrodes of injected current being necessarily very great in comparison with the depth of the search. Thus, in probing the surface of separation of two media, the volume over which the electric current will be distributed with an important density is very large; under these circumstances, frequent variations of the apparent resistivity ensue, due to different causes from the one that is being investigated, and which may mislead in the interpretation of the data.

The reduction of such secondary disturbances may, therefore, be obtained by reducing that volume, viz., by reducing the distance between the electrodes of the injected current.

By comparing the classic Schlumberger and Wenner devices with the *square* device, we can conclude that the latter is more appropriate for the investigation of tabular structures, since, at the same given depth of investigation, the volume over which the current is distributed with significant density is reduced something like 10 times.

The drawback of requiring the definition of two profiles with a total length about 20 % greater than the single profile, required in the case of the two classic devices, does not seem to deserve consideration in view of the advantage mentioned before, all the more as the definition of the two profiles is made quite simple by the fact of their being perpendicular between themselves.

REFERENCES

CLARA, AUGUSTO, 1964, Prospecção de Estruturas Tabulares por Cartas de Potenciais — Estudo em Modelos Reduzidos, *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Vol. XV, pp. 227-293. Lisboa.

KELLER, GEORGE V., 1963, Galvanic Resistivity Methods (Notes used in a course in resistivity prospecting kindly supplied by the Author). Colorado School of Mines. Golden.

Senhor Empreiteiro:

A certeza de uma boa margem de lucro reside na combinação de custos de manutenção e operação baixos, grande eficácia e elevada reserva de potência, por parte das suas máquinas.

Tudo isto obterá numa

PÁ CARREGADORA CATERPILLAR

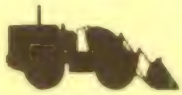
m³

AS PÁS CARREGADORAS DE RODAS CATERPILLAR

são conhecidas em todo o Mundo pelas suas características de robustez, segurança e qualidade de concepção e fabrico

988 — ARTICULADA

5 Baldes com capacidades de 4,21 a 4,97 m³

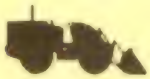


980 — ARTICULADA

4 Baldes com capacidades de 3,06 a 3,82 m³

966 B — ARTICULADA

10 Baldes com capacidades de 2,10 a 3,82 m³



950 — ARTICULADA

8 Baldes com capacidades de 1,72 a 3,06 m³

944

9 Baldes com capacidades de 1,34 a 3,10 m³

922 B

4 Baldes com capacidades de 1,15 a 2,30 m³

À
S.T.E.T.
Apartado 1351 – Lisboa

TEC

Desejo receber (SEM COMPROMISSO DA MINHA PARTE):

- ☐ Literatura sobre equipamentos **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ Literatura sobre motores **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ A visita de um Delegado de Vendas

NOME OU FIRMA _____
PROFISSÃO OU ACTIVIDADE _____
ENDEREÇO _____

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat são Marcas da Caterpillar Tractor Co.

RECORTE ESTE CUPÃO E ENVIE-O À S.T.E.T. SEM DEMORA

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
PRIOR VELHO (SACAVÉM) • PORTO • BEJA • COIMBRA

C. D. U. 624.072.2

ESTUDO DE DUAS VIGAS CRUZADAS SUJEITAS A UMA CARGA CONCENTRADA

por PERES RODRIGUES
Engenheiro Civil (I. S. T.)

RESUMO

No presente artigo faz-se a descrição do cálculo de duas vigas cruzadas sujeitas a uma carga concentrada actuando numa delas, nas hipóteses das vigas simplesmente apoiadas ou encastradas. Analisam-se casos particulares da posição da carga e das caracteristicas geométricas e elásticas das vigas.

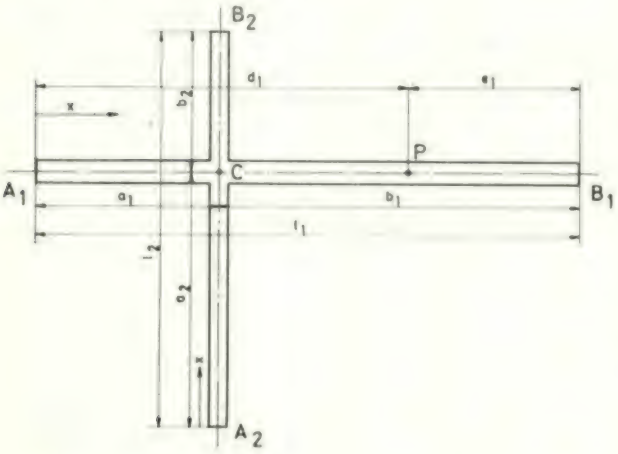
SYNOPSIS

In the present paper a calculation is described for two crossed beams one of which is subjected to a single concentrated load. The beams have either simply supported or built-in ends. A few particular cases are discussed both as to the position of the load and as to the geometric and elastic characteristics of the beams.

1 — INTRODUÇÃO

O estudo enunciado pode ser hoje em dia fàcilmente efectuado por meio de computadores, contudo, a utilização destas máquinas ainda é de difícil acesso em certos locais e de onerosa utilização para determinados problemas. Para obviar a um ou aos dois inconvenientes apontados, julgou-se de interesse a publicação da resolução do problema, por via analítica, bem como a apresentação de vários casos particulares que o mesmo possa assumir.

Assim, considere-se duas vigas V_1 e V_2 que se cruzam em ângulo recto, de comprimentos l_1 e l_2, de módulos de elasticidade E_1 e E_2 e de momentos de inércia I_1 e I_2, respectivamente. Em planta, ter-se-á, esquemàticamente:



em que, as distâncias a_1, b_1, a_2 e b_2 têm o significado indicado na figura. A carga concentrada de valor P actua no ponto P da viga V_1 definida pelas distâncias d_1 e e_1, e no que se vai seguir supor-se-á sempre $e_1 \leqslant b_1$, o que equivale a orientar a viga V_1 de forma a que a carga P fique sempre à direita do ponto de cruzamento.

A condição geométrica a que deve obedecer o funcionamento conjunto das duas vigas, será a igualdade das suas flechas no ponto do cruzamento, devido à acção da carga P, para o que será necessário a consideração de duas forças internas iguais e opostas de intensidade X, aplicadas no ponto C (incógnita hiperstática).

A determinação das flechas poderá ser feita a partir da expressão:

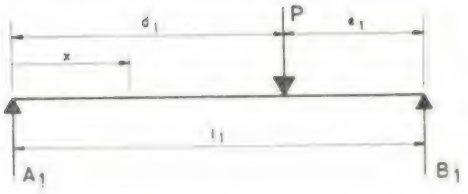
$$f = \iint - \frac{M}{EI} dx^2 \qquad (1)$$

em que f e M são a flecha e o momento flector num ponto corrente da viga e as restantes letras têm o significado já indicado. Irão ser analisados dois casos possíveis, o das vigas simplesmente apoiadas e o das vigas encastradas, não se considerando combinações destes dois casos nem mesmo o das vigas parcialmente encastradas.

2 — VIGAS SIMPLESMENTE APOIADAS

2.1 — Incógnita hiperstática

Considere-se uma viga simplesmente apoiada sujeita à acção duma carga vertical concentrada P:



o momento flector genérico será dado pelas expressões:

$$M_1 = P\, e_1 \frac{x}{l_1} \quad \text{para } 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (2)$$

$$M_2 = P\, d_1 \left(1 - \frac{x}{l_1}\right) \quad \text{para } d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (3)$$

Admitindo que o módulo de elasticidade e o momento de inércia são constantes em toda a viga, o ângulo, em radianos, que a tangente à deformada da viga faz com a posição inicial da mesma, num ponto genérico da abcissa x, será dado pelo 1.º integral indicado na expressão (1). Assim, tendo em atenção as expressões (2) e (3) será:

$$\varphi_1 = \frac{P e_1\, l_1}{E_1\, I_1} \left(\frac{x^2}{2\, l_1^2} + K_1\right) \text{ para } 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (4)$$

$$\varphi_2 = \frac{P d_1\, l_1}{E_1\, I_1} \left(-\frac{x^2}{2\, l_1^2} + \frac{x}{l_1} + K_2\right)$$

$$\text{para } d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (5)$$

O valor da flecha, expressão (1), obtém-se por integração das expressões (4) e (5):

$$f_1 = \frac{P e_1\, l_1^2}{E_1\, I_1} \left(\frac{x^3}{6\, l_1^3} + \frac{K_1\, x}{l_1} + K_3\right)$$

$$\text{para } 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (6)$$

$$f_1 = \frac{P d_1\, l_1^2}{E_1\, I_1} \left(-\frac{x^3}{6\, l_1^3} + \frac{x^2}{2\, l_1^2} + \frac{K_2\, x}{l_1} + K_4\right)$$

$$\text{para } d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (7)$$

As constantes K_1, K_2, K_3 e K_4 calculam-se a partir das seguintes condições de compatibilidade:

a) Igualdade de φ_1 e φ_2 no ponto $x = d_1$;
b) Anulação de f_1 no ponto $x = 0$;
c) Anulação de f_2 no ponto $x = l_1$;
d) Igualdade de f_1 e f_2 no ponto $x = d_1$,

que conduzem a um sistema de equações lineares, que resolvido fornece os valores:

$$K_1 = \frac{d_1}{6\, l_1} \left(\frac{d_1}{l_1} - 2\right)$$

$$K_2 = -\frac{1}{6} \left(\frac{d_1^2}{l_1^2} + 2\right) \qquad (8)$$

$$K_3 = 0$$

$$K_4 = \frac{d_1^2}{6\, l_1^2}$$

A substituição das expressões (8) nos valores das flechas dados por (6) e (7) permite escrever, finalmente:

$$f_1 = \frac{P\, e_1\, l_1^2}{6\, E_1\, I_1} \left[\frac{x^3}{l_1^3} + \frac{d_1\, x}{l_1^2} \left(\frac{d_1}{l_1} - 2\right)\right]$$

$$\text{para } 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (9)$$

$$f_2 = \frac{P\, d_1\, l_1^2}{6\, E_1\, I_1} \left[-\frac{x^3}{l_1^3} + \frac{3\, x^2}{l_1^2} - \frac{x}{l_1} \left(\frac{d_1^2}{l_1^2} + 2\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{d_1^2}{l_1^2}\right] \text{ para } d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (10)$$

A igualdade das flechas das duas vigas no seu ponto de cruzamento será conseguida mediante a aplicação nesse ponto, de duas forças iguais e opostas de valor X (incógnita hiperstática) actuando cada uma em sua viga. Estas forças internas traduzem a contribuição da viga V_2 na resistência à actuação da carga P aplicada à viga V_1.

Por analogia, poder-se-á, mediante as expressões genéricas (9) e (10), determinar os valores genéricos da flecha na viga devida à actuação da carga X, bastando para tanto fazer as substituições de P, E_1, I_1, l_1, d_1, e e_1, por X, E_2, I_2, l_2, a_2 e b_2, respectivamente. Assim, será:

$$f_1' = \frac{X\, b_2\, l_2^2}{6\, E_2\, I_2} \left[\frac{x^3}{l_2^3} + \frac{a_2\, x}{l_2^2} \left(\frac{a_2}{l_2} - 2\right)\right]$$

$$\text{para } 0 \leqslant x \leqslant a_2 \qquad (11)$$

$$f_2' = \frac{X\, a_2\, l_2^2}{6\, E_2\, I_2} \left[-\frac{x^3}{l_2^3} + \frac{3\, x^2}{l_2^2} - \frac{x}{l_2} \left(\frac{a_2^2}{l_2^2} + 2\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{a_2^2}{l_2^2}\right] \text{ para } a_2 \leqslant x \leqslant l_2 \qquad (12)$$

Por forma análoga, se obtém, para a carga $-X$ actuando na viga V_1, as expressões:

$$f_1' = -\frac{X\, b_1\, l_1^2}{6\, E_1\, I_1}\left[\frac{x^3}{l_1^3} + \frac{a_1\, x}{l_1^2}\left(\frac{a_1}{l_1} - 2\right)\right]$$

$$\text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_1 \qquad (13)$$

$$f_2' = -\frac{X\, a_1\, l_1^2}{6\, E_1\, I_1}\left[-\frac{x^3}{l_1^3} + \frac{3\, x^2}{l_1^2} - \frac{x}{l_1}\left(\frac{a_1^2}{l_1^2} + 2\right) + \frac{a_1^2}{l_1^2}\right] \text{para} \quad a_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (14)$$

Os valores das flechas, no ponto C de cruzamento das vigas, devida às acções separadas das cargas actuantes, determinam-se, como se indica a seguir. A flexa devida à carga P no ponto C da viga V_1, obtém-se fazendo na fórmula (9) $x = a_1$, por ser $a_1 < d_1$, donde:

$$f_{1P} = \frac{P\, a_1\, e_1\, l_1}{6\, E_1\, I_1}\left[\frac{a_1^2}{l_1^2} + \frac{e_1^2}{l_1^2} - 1\right] \qquad (15)$$

A flecha devida à carga $-X$, no ponto C da viga V_1, obtém-se fazendo nas fórmulas (13) ou (14) $x = a_1$, donde:

$$f_{-X}'' = \frac{X\, a_1^2\, b_1^2}{3\, E_1\, I_1\, l_1} \qquad (16)$$

A flecha devida à carga X, no ponto C da viga V_2, obtém-se fazendo nas fórmulas (11) ou (12) $x = a_2$, donde:

$$f_X' = -\frac{X\, a_2^2\, b_2^2}{3\, E_2\, I_2\, l_2} \qquad (17)$$

Para que se verifique a igualdade das flechas, deverá ser:

$$f_X' = f_{1P} + f_{-X}'' \qquad (18)$$

ou, substituindo valores e resolvendo em ordem à incógnita hiperstática X, resulta:

$$X = \frac{a_1\, e_1\, l_1\left[1 - \frac{a_1^2}{l_1^2} - \frac{e_1^2}{l_1^2}\right]}{2\, E_1\, I_1\left[\frac{a_1^2\, b_1^2}{E_1\, I_1\, l_1} + \frac{a_2^2\, b_2^2}{E_2\, I_2\, l_2}\right]}\, P \qquad (19)$$

De notar que o valor X nunca pode ser negativo, pois, por ser $e_1 \leqslant b_1$ será $a_1 + e_1 \leqslant l_1$ e com mais forte razão $a_1^2 + e_1^2 < l_1^2$, pelo que o numerador de (19) será sempre positivo.

2.2 — Reacções de apoio

As reacções de apoio das vigas V_1 e V_2 são dadas pelas fórmulas:

$$R_{A1} = \frac{P e_1 - X b_1}{l_1} \qquad (20)$$

$$R_{B1} = \frac{P d_1 - X a_1}{l_1} \qquad (21)$$

$$R_{A2} = \frac{b_2}{l}\, X \qquad (22)$$

$$R_{B2} = \frac{a_2}{l_2}\, X \qquad (23)$$

obedecendo à condição da soma das quatro reacções ser igual a P. A substituição do valor de X, dado por (19), nas expressões (20) a (23) permite obter os valores das reacções de apoio.

2.3 — Momentos flectores

Os momentos flectores existentes na viga V_1 são dados pelas expressões:

$$M_1 = R_{A1}\, x \qquad \text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_1 \qquad (24)$$

$$M_2 = R_{A1}\, x + X\,(x - a_1) \qquad \text{para} \quad a_1 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (25)$$

$$M_3 = R_{B1}\,(l_1 - x) \qquad \text{para} \quad d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (26)$$

e os da viga V_2, pelas expressões:

$$M_1 = R_{A2}\, x \qquad \text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_2 \qquad (27)$$

$$M_2 = R_{B2}\,(l_2 - x) \qquad \text{para} \quad a_2 \leqslant x \leqslant l_2 \qquad (28)$$

a partir do conhecimento das reacções de apoio e da força X. A substituição destes valores nas expressões (24) a (28) permitirá obter as expressões em função só de grandezas conhecidas, mas o seu interesse prático é diminuto, não justificando a sua apresentação.

2.4 — Casos particulares

Interessa apresentar as simplificações que toma a expressão (19) em casos particulares referentes a determinadas condições que possam ocorrer na prática, com mais frequência.

a) Vigas com módulos de elasticidade iguais

$E_1 = E_2$ donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{a_1\, e_1\, l_1 \left[1 - \frac{a_1^2}{l_1^2} - \frac{e_1^2}{l_1^2} \right]}{2\, I_1 \left[\frac{a_1^2\, b_1^2}{I_1\, l_1} + \frac{a_2^2\, b_2^2}{I_2\, l_2} \right]} P \qquad (29)$$

b) Vigas com módulos de elasticidade e momentos de inércia iguais:

$$E_1 = E_2 \quad e \quad I_1 = I_2$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{a_1\, e_1\, l_1 \left[1 - \frac{a_1^2}{l_1^2} - \frac{e_1^2}{l_1^2} \right]}{2 \left[\frac{a_1^2\, b_1^2}{l_1} + \frac{a_2^2\, b_2^2}{l_2} \right]} P \qquad (30)$$

c) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \text{ e } l_1 = l_2 = l$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{a_1\, e_1\, [\, l^2 - a_1^2 - e_1^2 \,]}{2\, [\, a_1^2\, b_1^2 + a_2^2\, b_2^2 \,]} P \qquad (31)$$

d) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais e a viga V_1 cruzada a meio:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \quad l_1 = l_2 = l \text{ e } a_1 = b_1 = \frac{l}{2}$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{e_1\, l\, [\, 3\, l^2 - 4\, e_1^2 \,]}{l^4 + 16\, a_2^2\, b_2^2} P \qquad (32)$$

e) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais e a viga V_2 cruzada a meio:

$$E_1 = E \quad I_1 = I_2 \quad l_1 = l_2 = l \text{ e } a_2 = b_2 = \frac{l}{2}$$

$$X = \frac{8\, a_1\, e_1\, [\, l^2 - a_1^2 - e_1^2 \,]}{16\, a_1^2\, b_1^2 + l^4} P \qquad (33)$$

f) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia iguais e cruzando-se a meio:

$$E_2 = E_1 \quad I_1 = I_2 \quad a_1 = b_1 = \frac{l_1}{2} \text{ e } a_2 = b_2 = \frac{l_2}{2}$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{e_1 \left[3\, l_1^2 - 4\, e_1^2 \right]}{l_1^3 + l_2^3} P \qquad (34)$$

g) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais, cruzadas a meio:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \text{ e } a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = \frac{l}{2}$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{e_1 \left[3\, l^2 - 4\, e_1^2 \right]}{2\, l^3} P \qquad (35)$$

h) Vigas com módulos de elasticidade e momentos de inércia iguais, carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \text{ e } e_1 = l_1 - a_1$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{a_1^2\, (l_1 - a_1)^2}{l_1 \left[\frac{a_1^2\, b_1^2}{l_1} + \frac{a_2^2\, b_2^2}{l_2} \right]} P \qquad (36)$$

i) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais, carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \quad l_1 = l_2 = l \quad e_1 = l - a_1$$

donde, por substituição em (19) vem:

$$X = \frac{a_1^2 \, (l - a_1)^2}{a_1^2 \, b_1^2 + a_2^2 \, b_2^2} \, P \qquad (37)$$

j) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais e a viga V_1 cruzada a meio, carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \quad l_1 = l_2 = l$$

$$a_1 = b_1 = \frac{l}{2} \text{ e } e_1 = \frac{l}{2}$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{l^4}{l^4 + 16 \, a_2^2 \, b_2^2} \, P \qquad (38)$$

k) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais e viga V_2 cruzada a meio, carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \quad l_1 = l_2 = l$$

$$a_2 = b_2 = \frac{l}{2} \text{ e } e_1 = l - a_1$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{16 \, a_1^2 \, (l - a_1)^2}{16 \, a_1^2 \, b_1^2 + l^4} \, P \qquad (39)$$

l) Vigas com módulos de elasticidade e momentos de inércia iguais, cruzadas a meio e carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \quad a_1 = b_1 = \frac{l_1}{2}$$

$$a_2 = b_2 = \frac{l_2}{2} \quad e_1 = \frac{l_1}{2}$$

donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{l_1^3}{l_1^3 + l_2^3} \, P \qquad (40)$$

m) Vigas com módulos de elasticidade, momentos de inércia e vãos iguais, cruzadas a meio e carregadas no cruzamento:

$$E_1 = E_2 \quad I_1 = I_2 \text{ e } a_1 = b_1 = a_2 = b_2 = e_2 = \frac{l}{2}$$

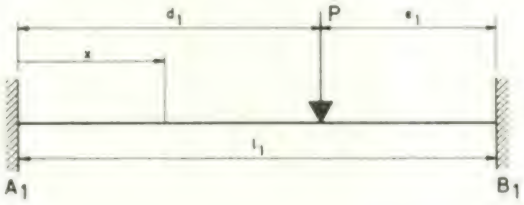
donde, por substituição em (19):

$$X = \frac{1}{2} \, P \qquad (41)$$

3 – VIGAS ENCASTRADAS

3.1 – Incógnitas hiperstáticas

Considere-se uma viga encastrada sujeita à acção duma carga vertical concentrada P:



o momento flector genérico será dado pelas expressões:

$$M_1 = \left[P \, e_1 + M_{BP} - M_{AP} \right] \frac{x}{l} + M_{AP}$$

$$\text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (42)$$

$$M_2 = \left[M_{BP} - M_{AP} - P d_1 \right] \frac{x}{l_1} + P d_1 + M_{AP}$$

$$\text{para} \quad d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (43)$$

em que M_{AP} e M_{BP} são os momentos hiperstáticos de encastramento devido à carga P.

De forma análoga ao tratado em 2.1 se pode, por integração, obter a rotação em radianos a partir das expressões (42) e (43). Assim, ter-se-á:

$$\varphi_1 = \left[\left(P e_1 + M_{BP} - M_{AP} \right) \frac{x^2}{2 \, l_1} \cdot K_1 + x \, M_{AP} \right] \frac{1}{E_1 \, I_1} \quad \text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (44)$$

$$\varphi_2 = \left[\left(M_{BP} - M_{AP} - P d_1 \right) \frac{x^2}{2 \, l_1} + K_2 + \left(P d_1 + M_{AP} \right) x \right] \frac{1}{E_1 \, I_1} \quad \text{para} \quad d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (45)$$

Uma nova integração dá o valor da flecha, donde:

$$f_1 = \left[\left(P e_1 + M_{BP} - M_{AP} \right) \frac{x^3}{6 \, l_1} + K_1 x + K_3 + M_{AP} \frac{x^2}{2} \right] \frac{1}{E_1 \, I_1} \qquad 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (46)$$

$$f_2 = \left[\left(M_{BP} - M_{AP} - Pd_1 \right) \frac{x^3}{6\, l_1} + K_2 x + K_4 + \right.$$

$$\left. + \left(Pd_1 + M_{AP} \right) \frac{x^2}{2} \right] \frac{1}{E_1\, I_1} \qquad d_1 < x < l_1 \qquad (47)$$

As constantes de integração K_1, K_2, K_3 e K_4 e os momentos hiperstáticos de encastramento M_{AP} e M_{BP} calculam-se a partir das seis seguintes condições de compatibilidade:

a) anulação de φ_1 no ponto $x = 0$;
b) anulação de φ_2 no ponto $x = l_1$;
c) igualdade de φ_1 e φ_2 no ponto $x = d_1$;
d) anulação de f_1 no ponto $x = 0$;
e) anulação de f_2 no ponto $x = l_1$;
f) igualdade de f_1 e f_2 no ponto $x = d_1$,

que conduzem a um sistema de equações lineares, que resolvido fornece os valores:

$$K_1 = 0 \qquad K_2 = \frac{Pd_1^2}{l_1^2}$$

$$K_3 = 0 \qquad K_4 = \frac{Pd_1^3}{6} \qquad (48)$$

$$M_{AP} = -\frac{Pd_1\, e_1^2}{l_1^2} \qquad M_{B} = -\frac{Pd_1^2\, e_1}{l_2}$$

A substituição dos valores (48) nas expressões (46) e (47) permite escrever, finalmente, as fórmulas que dão a flecha:

$$f_1 = \frac{P\, e_1^2\, l_1}{6\, E_1\, I_1} \left[\left(1 + \frac{2d_1}{l_1} \right) \frac{x^3}{l_1} - \frac{3\, d_1\, x^2}{l_1^3} \right]$$

$$\text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (49)$$

$$f_2 = \frac{P\, d_1^2\, l_1}{6\, E_1\, I_1} \left[-\left(3 - \frac{2d_1}{l_1} \right) \frac{x^3}{l_1^3} + \right.$$

$$\left. + 3 \left(2 - \frac{d_1}{l} \right) \frac{x^2}{l_1^2} - \frac{3\, x}{l_1} + \frac{d_1}{l_1} \right]$$

$$\text{para} \quad d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (50)$$

Por analogia, poder-se-á, também escrever as expressões que dão a flecha da viga V_2 devida à carga X, mediante a permutação de letras já anteriormente indicada:

$$f_1' = \frac{X\, b_2^2\, l_2}{6\, E_2\, I_2} \left[\left(1 + \frac{2a_2}{l_2} \right) \frac{x^3}{l_2^3} - \frac{3a_2\, x^2}{l_2^3} \right]$$

$$\text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_2 \qquad (51)$$

$$f_2' = \frac{X\, a_2^2\, l_2}{6\, E_2\, I_2} \left[-\left(3 - \frac{2\, a_2}{l_2} \right) \frac{x^3}{l_2^3} + 3 \left(2 - \frac{a_2}{l_2} \right) \right.$$

$$\left. \frac{x^2}{l_2^2} - \frac{3\, x}{l_2} + \frac{a_2}{l_2} \right] \quad \text{para } a_2 \leqslant x \leqslant l_2 \qquad (52)$$

e para a flecha da viga V_1 devida à carga $-X_1$ as expressões:

$$f_1'' = -\frac{X\, b_1^2\, l_1}{6\, E_1\, I_1} \left[\left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) \frac{x^3}{l_1^3} - \frac{3a_1\, x^2}{l_1^3} \right]$$

$$\text{para } 0 \leqslant x \leqslant a_1 \qquad (53)$$

$$f_2'' = -\frac{X\, a_1^2\, l_1}{6\, E_1\, I_1} \left[-\left(3 - \frac{2a_1}{l_1} \right) \frac{x^3}{l_1^3} + \right.$$

$$\left. + 3 \left(2 - \frac{a_1}{l_1} \right) \frac{x^2}{l_1^2} - \frac{3x}{l_1} + \frac{a_1}{l_1} \right]$$

$$\text{para } a_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (54)$$

As expressões (49) a (54) permitem obter os valores das flechas no ponto de cruzamento da viga, devidos à acção separada das forças em causa. Assim, a flecha devida à carga P no ponto C da viga V_1, obtém-se fazendo $x = a_1$, por ser $a_1 < d_1$, na fórmula (49), donde:

$$f_{1P} = \frac{P\, a_1^2\, e_1^2}{6\, E_1\, I_1\, l_1} \left[\frac{a_1}{l_1} + \frac{2\, a_1\, d_1}{l_1^2} - \frac{3\, d_1}{l_1} \right] \qquad (55)$$

A flecha devida à carga $-X$ no ponto C da viga V_1, obtém-se fazendo $x = a_1$, nas fórmulas (53) ou (54), donde:

$$f''_{-X} = \frac{X\, a_1^3\, b_1^3}{3\, E_1\, I_1\, l_1^3} \qquad (56)$$

A flecha devida à carga X no ponto C da viga V_2, obtém-se fazendo $x = a_2$ nas fórmulas (51) ou (52) donde:

$$f'_X = -\frac{X\, a_2^3\, b_2^3}{3\, E_2\, I_2\, l_2^3} \qquad (57)$$

A igualdade das flechas obriga a verificar-se a expressão (18), donde, atendendo a (55), (56) e (57) se obtém:

$$X = \frac{a_1^2\, e_1^2 \left[3\left(1 - \frac{a_1 + e_1}{l_1}\right) + \frac{2\, a_1\, e_1}{l_1^2} \right]}{2\, E_1\, I_1\, l_1 \left[\frac{a_1^3\, b_1^3}{E_1\, I_1\, l_1^3} + \frac{a_2^3\, b_2^3}{E_2\, I_2\, l_2^3} \right]} P \qquad (58)$$

Também neste caso o valor de X é sempre positivo, visto que a expressão entre parêntesis curvo do numerador é sempre positiva, por ser $a_1 + e_1 \leqslant l_1$.

3.2 — Reacções de apoio

Sabendo-se que a incógnita hiperstática X é dada pela expressão (58) e que os momentos de encastramento finais M_{A1}, M_{B1}, M_{A2} e M_{B2}, atendendo às expressões (48) e, de acordo com a analogia já apontada, são dados por:

$$M_{A1} = M_{AP} + M_{AX} = \frac{1}{l_1^2}\left(X\, a_1\, b_1^2 - P d_1\, e_1^2 \right)$$

$$M_{B1} = M_{BP} + M_{BX} = \frac{1}{l_1^2}\left(X\, a_1^2\, b_1 - P d_1^2\, e_1 \right) \qquad (59)$$

$$M_{A2} = -\frac{X\, a_2\, b_2^2}{l_2^2}$$

$$M_{B2} = -\frac{X\, a_2^2\, b_2}{l_2^2},$$

as reacções de apoio das vigas V_1 e V_2 são dadas pelas fórmulas:

$$R_{A1} = \frac{P e_1 + M_{B1} - M_{A1} - X b_1}{l_1} = \frac{P e_1^2 (e_1 + 3 d_1) - X b_1^2 (b_1 + 3 a_1)}{l_1^3}$$

$$R_{B1} = \frac{P d_1 - M_{B1} - M_{A1} - X a_1}{l_1} = \frac{P d_1^2 (d_1 + 3 e_1) - X a_1^2 (a_1 + 3 b_1)}{l_1^3} \qquad (60)$$

$$R_{A2} = \frac{M_{B2} - M_{A2} + X b_2}{l_2} = \frac{b_2^2 (b_2 + 3\, a_2)}{l_2^2}\, X$$

$$R_{B2} = \frac{M_{A2} - M_{B2} + X a_2}{l_2} = \frac{a_2^2 (a_2 + 3\, b_2)}{l_2^2}\, X$$

As expressões (60) obedecem à condição de a sua soma ser igual a P.

3.3 — Momentos flectores

Os momentos flectores existentes na viga V_1, são dados pelas expressões:

$$M_1 = R_{A1}\, x + M_{A1} \quad \text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_1 \qquad (61)$$

$$M_2 = R_{A1}\, x - X\,(x - a_1) + M_{A1} \quad \text{para} \quad a_1 \leqslant x \leqslant d_1 \qquad (62)$$

$$M_3 = R_{B1}\,(l_1 - x) + M_{B1} \quad \text{para} \quad d_1 \leqslant x \leqslant l_1 \qquad (63)$$

e os momentos flectores da viga V_2, pelas expressões:

$$M_1 = R_{A2}\, x + M_{A2} \quad \text{para} \quad 0 \leqslant x \leqslant a_2 \qquad (64)$$

$$M_2 = R_{B2}\,(l_2 - x) + M_{B2} \quad \text{para} \quad a_2 \leqslant x \leqslant l_2 \qquad (65)$$

3.4 — Casos particulares

À semelhança do que se fez para as vigas simplesmente apoiadas vão ser apresentados os valores simplificados da incógnita hiperstática X para os casos particulares idênticos. Assim:

a) Caso $E_1 = E_2$, vem de (58):

$$X = \frac{a_1^2\, e_1^2 \left[3\left(1 - \frac{a_1 + e_1}{l_1}\right) + \frac{2\, a_1\, e_1}{l_1^2} \right]}{2\, I_1\, l_1 \left[\frac{a_1^3\, b_1^3}{I_1\, l_1^3} + \frac{a_2^3\, b_2^3}{I_2\, l_2^3} \right]} P \qquad (66)$$

b) Caso $E_1 = E_2$ e $I_1 = I_2$, vem de (58):

$$X = \frac{a_1^2\, e_1^2 \left[3\left(1 - \frac{a_1 + e_1}{l_1}\right) + \frac{2\, a_1\, e_1}{l_1^2} \right]}{2\, l_1 \left[\frac{a_1^3\, b_1^3}{l_1^3} + \frac{a_2^3\, b_2^3}{l_2^3} \right]} P \qquad (67)$$

c) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$ e $l_1 = l_2 = l$, vem de (58):

$$X = \frac{a_1^2\, e_1^2 \left[3\,(l - a_1 - e_1)\, l + 2\, a_1\, e_1 \right]}{2 \left[a_1^3\, b_1^3 + a_2^3\, b_2^3 \right]}\, P \quad (68)$$

d) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $l_1 = l_2 = l$ e $a_1 = b_1 = \frac{l}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{4\, e_1^2\, l^3\, (3l - 4\, e_1)}{l^6 + 64\, a_2^3\, b_2^3} \quad (69)$$

e) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $l_1 = l_2 = l$ e $a_2 = b_2 = \frac{l}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{32\, a_1^2\, e_1^2 \left[3\,(l - a_1 - e_1)\, l + 2 a_1\, e_1 \right]}{64\, a_1^3\, b_1^3 + l^6}\, P \quad (70)$$

f) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $a_1 = b_1 = \frac{l_1}{2}$ e $a_2 = b_2 = \frac{l_2}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{4\, e_1^2\, (3l_1 - 4\, e_1)}{l_1^3 + l_2^3} \quad (71)$$

g) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$ e $a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = \frac{l}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{2\, e_1^2\, (3l - 4\, e_1)}{l^3} \quad (72)$$

h) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$ e $e_1 = l_1 - a_1$, vem de (58):

$$X = \frac{a_1^3\, (l_1 - a_1)^3}{l \left[\frac{a_1^3\, b_1^3}{l_1^3} + \frac{a_2^3\, b_2^3}{l_2^3} \right]}\, P \quad (73)$$

i) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $l_1 = l_2 = l$ e $e_1 = l - a_1$, vem de (58):

$$X = \frac{a_1^3\, (l - a_1)^3}{a_1^3\, b_1^3 + a_2^3\, b_2^3}\, P \quad (74)$$

j) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $l_1 = l_2 = l$, $a_1 = b_1 = \frac{l}{2}$ e $e_1 = \frac{l}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{l^6}{l^3 + 64\, a_2^3\, b_2^3}\, P \quad (75)$$

k) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $l_1 = l_2 = l$, $a_2 = b_2 = \frac{l}{2}$ e $e_1 = l - a_1$, vem de (58):

$$X = \frac{64\, a_1^3\, (l_1 - a_1)^3}{64\, a_1^3\, b_1^3 + l^6}\, P \quad (76)$$

l) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$, $a_1 = b_1 = \frac{l_1}{2}$, $a_2 = b_2 = \frac{l_2}{2}$ e $e_1 = \frac{l_1}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{l_1^3}{l_1^3 + l_2^3}\, P \quad (77)$$

expressão igual à (40), donde se conclui que o encastramento não influi no valor da incógnita hiperstática X, neste caso particular.

m) Caso $E_1 = E_2$, $I_1 = I_2$ e $a_1 = b_1 = a_2 = b_2 = e_1 = \frac{l}{2}$, vem de (58):

$$X = \frac{1}{2}\, P \quad (78)$$

tal como no caso anterior a incógnita hiperstática X não é influenciada pelo encastramento, ver expressão (41).

C. D. U. 624.072.2 [539.413]

DIMENSIONAMENTO DE SECÇÕES DE BETÃO ARMADO COM COMPRESSÃO, EM RELAÇÃO À ROTURA

(Continuação)

por J. M. MADEIRA COSTA
Engenheiro Civil

b) $\varepsilon_a = 0,0\ ^0/_{00}$ e $\varepsilon'_a = 2\ ^0/_{00}$

$\varphi = 0,42$

$\sigma'_a = \sigma^*_a$, $\sigma_a = 0$; $\sigma_b = \sigma^*_b$

$\alpha = \dfrac{h}{h_t} = 0,92$; $\alpha' = 0,62$; $\beta' = 0,15$;

$\alpha' \beta' = 0,096$

Aço "A 24"

$\sigma_r = 2090\ \overline{\omega}_o + 0,62\ \sigma^*_b$

$\sigma_r . e_r = 880\ \overline{\omega}_o + 0,096\ \sigma^*_b$

Para $\overline{\omega}_o = o$ e $\sigma^*_b = 130$, e'

$\sigma_r = 81$ e $e_r = 0,156$

Para $\overline{\omega}_o = 1\ ^0/_0$ e $\sigma^*_b = 130$, e'

$\sigma_r = 101,9$ e $e_r = 0,2$

Aço "A 40"

$\sigma_r = 3200\ \overline{\omega}_o + 0,62\ \sigma^*_b$

$\sigma_r . e_r = 1340\ \overline{\omega}_o + 0,096\ \sigma^*_b$

Para $\overline{\omega}_o = 0\ ^0/_0$ e $\sigma^*_b = 130$, e'

$\sigma_r = 81$ e $e_r = 0,152$

Para $\overline{\omega}_o = 1\ ^0/_0$ e $\sigma^*_b = 130$, e'

$\sigma_r = 113$ e $e_r = 0,23$

— *Nota*: As equações deste capítulo (8.) e, respectivas referências, apresentadas anteriormente, numeradas com (5.) devem ler-se (8.).

8.5 — Regras de Aplicação

a) *Determinação de* **A = A'**

São conhecidos, a geometria de secção (b e h_t), a altura do elemento l e condições de ligação k, os materiais que constituem a secção (aço e betão) e ainda as combinações de esforços actuantes M_k e N_k.

O problema será então a determinação de $A = A'$ mínimos, isto é, de modo que $\overline{N} = N^*$

— Calcula-se

$$e_o = \frac{M_k}{N_k};\ N^* = \gamma_s . N_k;\quad \sigma_r = \frac{N^*}{b.h_t};\ \frac{l}{a}$$

e, fixando k, obtem-se, por cálculo ou utilizando os diagramas de roda pé dos quadros, $\dfrac{e_t}{h_t} = \dfrac{e_o}{h_t} + \dfrac{e_a}{h_t}$.

— Entrando no quadro respectivo na linha correspondente a $\dfrac{e_t}{h_t}$ procura-se o valor de σ_r, e lê-se no topo da coluna respectiva $\overline{\omega}_o$;

— Calcula-se

$$A = A' = \overline{\omega}_o . b. h_t$$

b) *Problema inverso*

O problema inverso é também fàcilmente resolúvel. Neste caso é dada a secção, incluindo $A = A'$, e pretende-se determinar M_k ou N_k, conhecido o outro ou $\dfrac{e_t}{h_t}$.

Tanto no caso *a*) como *b*), a consideração, ou não dos fenómenos de varejamento depende, natuturalmente, da secção em estudo.

8.6 — Exemplos

1 — Seja dada a secção

$b = 30$; $h_t = 40$; «A 40 T»; B 225; $l = 400$ cm
$k = 1,0$; $d = 0,1\ h_t$.

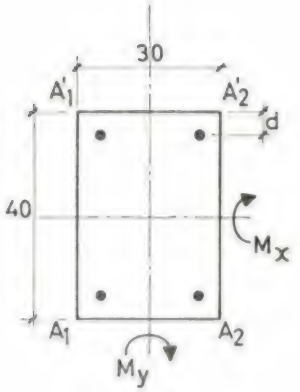


Fig. 8.4

1.1 — Solicitações permanentes + sobrecargas

$M_x = 10$ tf.m
$M_y = 10$ tf.m
$N = 50$ tf.

M_x, M_y e N são esforços característicos; M_x e M_y actuam separadamente.

1.2 — Solicitações permanentes + sismos

$M_x = 20$ tf.m
$M_y = 12$ tf.m
$N = 40$ tf.

Esforços resultantes directamente dos cálculos; M_x e M_y actuam separadamente.

Para tornar o exemplo mais geral considera-se que na secção em estudo importa considerar o varejamento.

— *Cálculo de 1.1*

a) Hipótese M_x, N

$$\frac{l}{a} = \frac{400}{40} = 10{,}0\,;\ \frac{e_a}{h_t} = o\,;\ e_o = \frac{10}{50} = 0{,}2\,;$$

$$\frac{e_t}{h_t} = \frac{20}{40} = 0{,}5$$

$$\sigma_r = \frac{1{,}5 \times 50.000}{30 \times 40} = 62{,}5 \text{ kgf/cm}^2\,;$$

Do Quadro 8.2, tira-se $\overline{\omega_o} = 0{,}75\ \%$

$$A_1 + A_2 = A'_1 + A'_2 = 30 \times 40 \times 0{,}75\ \% = 9{,}0 \text{ cm}^2$$

b) Hipótese M_y, N

$$\frac{l}{a} = \frac{400}{30} = 13{,}3\,;\ k\,.\,13{,}3 = 13{,}3\,;\ \frac{e_a}{h_t} =$$

$$= 0{,}07\,;\ e_o = \frac{10}{50} = 0{,}2\,;\ \frac{e_o}{h_t} = \frac{0{,}2}{0{,}3} = 0{,}666$$

$$\frac{e_t}{h_t} = 0{,}666 + 0{,}07 = 0{,}736\,;\ \sigma_r = 62{,}5 \text{kgf/cm}^2\,;$$

Do Quadro 8.2, tira-se $\overline{\omega_o} = 1{,}23\ \%$, donde:

$$A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2 = 1{,}23 \times 12 = 14{,}8 \text{ cm}^2\,;$$

esta hipótese é mais desfavorável que a anterior.

c) Verificação à solitação axial

$\overline{\omega} = 2 \times 1{,}23 = 2{,}46\ \%$, do Quadro 6.1 obtém-se $\sigma.^*\omega > 170$ que é muito maior que σ_r

— *Cálculo de 1.2*

a) Hipótese M_x, N

$$e_o = \frac{20}{40} = 0{,}5\,;\ \frac{e_o}{h_t} = \frac{50}{40} = 1{,}25 = \frac{e_t}{h_t}$$

$$\sigma_r = \frac{40000}{30 \times 40} = 33 \text{ kgf/cm}^2\,;\ \overline{\omega_o} = 1{,}0\ \%$$

$$A_1 + A_2 = A'_1 + A'_2 = 1{,}0 \times 12 = 12{,}0 \text{ cm}^2$$

b) Hipótese M_y, N

$$e_o = \frac{12}{40} = 0{,}3\,;\ \frac{e_t}{h_t} = \frac{30}{30} + 0{,}07 = 1{,}07$$

$$\sigma_r = 33\,;\ \overline{\omega_o} = 0{,}7\ \%$$

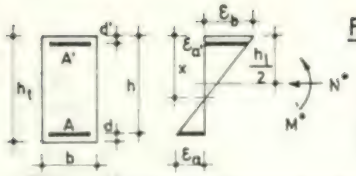
$$A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2 = 0{,}7 \times 12 = 8{,}4 \text{ cm}^2$$

A hipótese 1.1) conduz portanto a maior % de armadura.

8.7 — Secções Rectangulares com Armadura Assimétrica

1 — No Cap. 8.3 foram estudadas as equações gerais que permitem, para cada posição da linha neutra, determinar as % da armadura de tracção e da armadura de compressão necessárias para que a secção suporte o esforço de cálculo N* com a excentricidade e_t.

Em certos casos pode a armadura simétrica, estudada em 8.4, 8.5 e 8.6, não se apresentar como a mais conveniente, tanto do ponto de



FLEXÃO COMPOSTA DE SECÇÕES RECTANGULARES DUPLAMENTE ARMADAS

QUADRO 8.1

A 24
B 225

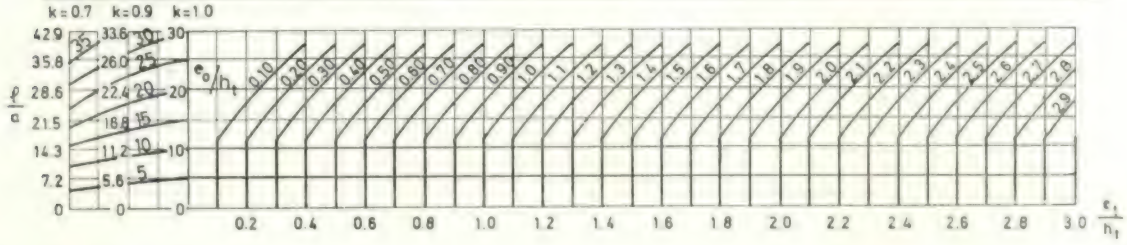
$e_o = \frac{M_k}{N_k}$ $\quad M^* = \gamma_s M_k$ $\quad A = A' = \overline{\omega}_o\, b\, h_t$

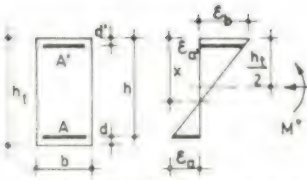
$\frac{e_t}{h_t} = \frac{e_o}{h_t} + \frac{e_a}{h_t}$ $\quad N^* = \gamma_s N_k$ $\quad B' = b\, h_t$ $\quad d = d' = 0.10\, h_t$

Valores de N^*/B'

e_t/h_t	% DE ARMADURA $\overline{\omega}_o$																
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	4
0.10	92	96	99	102	106	111	114	117	120	124	130	139	145	152	160	195	229
0.12	87	91	94	97	101	104	107	112	116	119	125	132	139	145	152	186	221
0.14	83	86	89	92	96	99	102	107	111	114	120	127	134	140	147	178	211
0.16	79	83	86	89	92	96	99	102	106	109	116	120	127	134	140	172	203
0.18	74	78	81	84	87	91	94	97	101	104	111	116	122	129	135	165	196
0.20	71	74	78	81	84	87	91	94	96	99	106	112	117	124	130	160	190
0.22	66	69	74	78	81	84	86	89	92	96	102	107	114	119	125	153	183
0.24	63	66	71	74	78	79	83	86	89	92	97	104	109	116	120	149	177
0.26	59	63	68	71	74	76	79	83	86	89	94	99	106	111	117	144	170
0.28	56	59	64	68	71	74	76	79	83	86	91	96	102	107	112	139	165
0.30	51	58	61	64	68	71	74	76	79	83	87	92	99	104	109	135	160
0.32	48	54	58	63	64	68	71	74	76	79	84	91	96	101	106	130	155
0.34	45	51	56	59	63	66	69	71	74	78	83	87	92	97	102	127	150
0.36	40	48	53	58	61	63	66	69	71	74	79	84	89	94	99	124	147
0.38	36	46	50	54	58	61	64	66	69	73	78	83	87	91	96	119	142
0.40	33	41	46	51	56	59	63	64	68	69	74	79	84	89	94	116	139
0.42	30	38	45	50	54	58	59	63	64	68	73	78	83	86	91	114	135
0.44	28	35	41	46	51	54	58	61	63	66	71	76	79	84	89	111	132
0.46	25	33	38	45	48	53	56	59	61	64	69	73	78	83	86	107	129
0.48	22	30	36	41	46	51	54	58	59	63	66	71	76	79	84	106	125
0.50	20	28	35	40	45	48	53	56	58	61	64	69	74	78	83	102	122
0.55	15	23	30	35	40	43	46	51	54	56	61	64	69	73	78	97	116
0.60	12	18	25	30	35	38	43	46	50	53	58	61	66	69	73	91	109
0.65	10	17	21	26	30	35	38	41	45	48	54	58	61	66	69	87	104
0.70	8	13	18	23	26	31	35	38	41	45	50	54	59	63	66	83	99
0.75	7	12	17	20	25	28	31	35	38	41	46	51	56	59	63	79	94
0.80	5	10	15	18	21	25	28	31	35	38	43	48	53	56	59	76	91
0.85	5	8	13	17	20	23	26	30	31	35	40	45	50	53	58	73	86
0.90	5	8	12	15	18	21	25	26	30	33	38	41	46	51	54	69	83
0.95	3	7	10	13	17	20	23	25	28	30	35	40	43	48	51	66	79
1.00	3	7	10	13	15	18	21	23	26	28	33	36	40	45	50	64	78
1.10	3	7	8	12	13	17	18	20	23	25	30	33	36	40	45	59	71
1.20	3	5	7	10	12	13	17	18	20	21	26	30	33	36	40	56	68
1.30	2	5	7	8	10	12	15	17	18	20	23	26	30	33	36	51	63
1.40	2	3	7	8	10	12	13	15	17	18	21	25	28	30	33	48	59
1.50	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17	20	23	25	28	31	45	56
1.60	2	3	5	7	8	10	10	12	13	15	18	21	23	26	28	41	53
1.70	2	3	5	7	7	8	10	12	13	13	17	20	21	25	26	38	50
1.80	2	3	5	5	7	8	10	10	12	13	15	18	20	23	25	36	46
1.90	2	3	3	5	7	7	8	10	12	12	15	17	18	21	23	35	45
2.00	2	3	3	5	7	7	8	10	10	12	13	17	18	20	21	31	41
2.20	2	2	3	5	5	7	7	8	10	10	12	13	17	18	20	28	38
2.40	2	2	3	3	5	5	7	7	8	8	12	13	15	17	18	26	35
2.60	2	2	3	3	5	5	7	7	8	8	10	12	13	15	17	23	31
2.80	2	2	2	3	3	5	5	7	7	8	8	10	12	13	15	21	30

NOTA: À esquerda da linha forte o dimensionamento à "compressão simples" é mais desfavorável.





FLEXÃO COMPOSTA DE SECÇÕES RECTANGULARES DUPLAMENTE ARMADAS

QUADRO 8.2

A 40 T
B 225

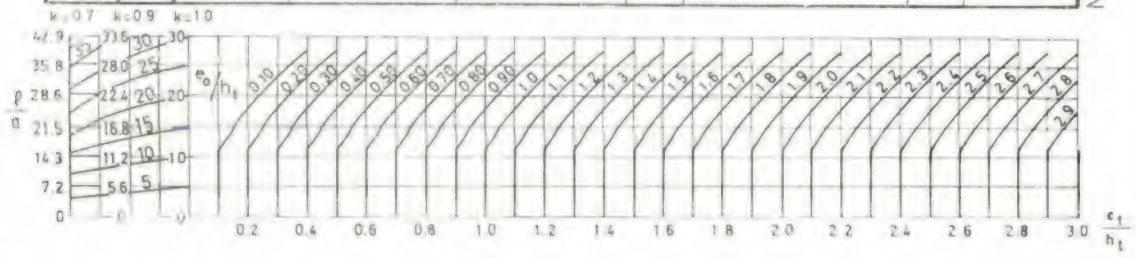
$e_0 = \frac{M_k}{N_k}$ $\quad M^* = \gamma_s M_k \quad A = A' = \overline{\omega}_0\, b\, h_t$

$\frac{e_t}{h_t} = \frac{e_0}{h_t} + \frac{e_a}{h_t}$ $\quad N^* = \gamma_s N_k \quad B' = b\, h_t \quad d = d' = 0.10\, h_t$

Valores de N^*/B'

e_t/h_t	% DE ARMADURA $\overline{\omega}_0$																
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	4
0.10	91	98	104	110	115	122	128	133	139	144	157	168	179	190	202	259	317
0.12	86	93	99	104	110	115	122	126	133	138	149	160	171	182	194	248	304
0.14	83	88	94	99	106	110	115	122	126	133	142	154	165	174	186	238	291
0.16	78	85	90	94	101	106	110	117	122	126	138	147	157	168	178	229	280
0.18	74	80	85	91	96	101	106	112	117	122	131	141	152	162	171	221	270
0.20	70	75	82	86	91	96	102	107	112	117	126	136	146	155	165	213	261
0.22	66	72	77	83	88	93	98	102	107	112	122	131	141	150	158	205	251
0.24	62	69	74	78	85	90	94	99	102	107	117	126	136	144	154	198	243
0.26	59	66	70	75	80	85	90	94	99	104	112	122	131	139	149	192	235
0.28	56	62	67	72	77	82	86	91	96	101	109	117	126	134	144	186	227
0.30	53	59	64	69	74	78	83	88	93	96	106	114	122	130	139	179	221
0.32	50	56	62	67	72	75	80	85	90	93	101	110	118	126	134	174	214
0.34	46	54	59	64	69	74	77	82	86	90	98	106	114	122	130	170	208
0.36	43	51	56	61	66	70	75	78	83	86	94	102	110	118	126	165	202
0.38	40	50	54	59	64	69	72	77	80	85	93	99	107	115	123	160	197
0.40	37	46	53	58	62	66	70	74	78	82	90	98	104	112	118	155	192
0.42	35	45	51	56	59	64	67	72	75	80	86	94	101	109	115	152	187
0.44	32	42	48	53	58	62	66	70	74	77	85	91	99	106	112	147	182
0.46	29	40	46	51	56	59	64	67	72	75	82	90	96	102	110	144	178
0.48	27	37	45	50	54	58	62	66	69	74	80	86	94	101	107	141	173
0.50	24	35	43	48	53	56	61	64	67	70	78	85	91	98	104	136	170
0.55	19	30	38	45	50	53	56	59	62	67	74	80	86	93	98	130	160
0.60	16	26	34	40	45	50	53	56	59	62	69	75	82	86	93	122	150
0.65	13	22	29	35	42	46	50	53	56	59	66	70	77	82	88	115	144
0.70	11	19	26	32	38	43	46	50	52	56	62	67	74	78	83	110	136
0.75	10	18	24	29	35	40	43	48	51	53	59	64	69	75	80	106	130
0.80	8	16	21	27	32	37	40	45	48	51	56	61	66	70	77	100	125
0.85	8	14	19	24	29	34	38	42	45	48	53	58	64	69	74	96	120
0.90	6	13	18	22	27	32	35	38	43	46	51	56	61	66	70	93	115
0.95	6	11	16	21	26	29	34	37	40	43	50	54	58	62	67	88	110
1.00	5	10	14	19	24	27	30	35	38	42	46	51	56	61	64	85	106
1.10	5	10	13	16	21	24	27	30	34	37	43	48	51	56	59	80	99
1.20	5	8	11	14	18	21	24	27	30	34	38	43	48	53	56	74	93
1.30	3	6	10	13	16	19	22	26	27	30	35	40	45	50	53	70	86
1.40	3	6	10	11	14	18	21	22	25	27	32	37	42	46	50	66	82
1.50	3	6	8	11	13	16	18	21	22	26	30	34	38	43	46	62	77
1.60	3	5	8	10	13	14	18	19	21	24	27	32	35	40	43	59	74
1.70	3	5	6	10	11	13	16	18	19	22	26	30	34	37	42	56	70
1.80	2	5	6	8	11	13	14	16	19	21	24	27	32	35	38	53	67
1.90	2	5	6	8	10	11	13	16	18	19	22	26	29	34	37	51	64
2.00	2	3	6	8	10	11	13	14	16	18	21	24	27	30	34	50	62
2.20	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	19	22	26	27	30	45	56
2.40	2	3	5	5	8	8	10	11	13	14	18	19	22	26	29	42	53
2.60	2	3	5	5	5	8	10	11	11	13	16	18	21	22	26	37	48
2.80	2	3	3	5	6	8	8	10	11	13	14	16	19	21	24	35	45

NOTA: À esquerda da linha forte o dimensionamento à "compressão simples" é mais desfavorável.



vista económico como de organização das secções.

São apresentadas seguidamente expressões gerais, (aplicáveis a qualquer par de materiais e recobrimentos ε_r e ε'_r) que permitem calcular a % da armadura de compressão $\overline{\omega}'_o$ e da armadura de tracção $\overline{\omega}_o$ de tal modo que a resultante das tensões de compressão no betão coincida com o centro de gravidade da armadura de compressão. As expressões são aplicáveis aos casos em que a excentricidade relativa $\frac{e_t}{h_t}$ é maior ou igual ao valor $0{,}5 - \varepsilon'_r$.

$$\overline{\omega}'_o = \frac{e_r + 0{,}5 - \varepsilon_r}{1 - (\varepsilon_r + \varepsilon'_r)} \; \frac{\sigma_r}{\sigma'^*_a} - a.\,\varepsilon'_r \; \frac{\sigma_b^*}{\sigma'^*_a} \qquad (8.21)$$

$$\overline{\omega}_o = \frac{e_r - 0{,}5 + \varepsilon'_r}{1 - (\varepsilon_r + \varepsilon'_r)} \; \frac{\sigma_r}{\sigma_a^*} \qquad (8.22)$$

O valor de a da equação (8.21) é $\frac{16}{9}$ ou aproximadamente, 2,0.

Estas expressões fornecem, por vezes, valores da armadura total $(\overline{\omega}'_o + \overline{\omega}_o)$ superiores ao da armadura simétrica. Nestes casos, será mais económico tirar melhor partido do betão aumentando os valores de α.

As tensões σ'^*_a e σ^*_a dependem naturalmente do tipo de aço e dos recobrimentos ε_r e ε'_r, conforme estudos apresentados em outros capítulos.

Estas expressões são também directamente aplicáveis a secções "T" em que $h_o \geqslant \frac{8}{3} \,.\, \varepsilon'_r \,.\, h_t$.

A armadura de compressão será então dada por $A' = \overline{\omega}'_o \, bh_t$ e a de tracção, por $A = \overline{\omega}_o \, bh_t$.

Para $\varepsilon_r = \varepsilon'_r = 0{,}1$, obtêm-se as equações seguintes que podem ser aplicadas a qualquer par de materiais.

$$\overline{\omega}'_o = \frac{e_r + 0{,}4}{0{,}8} \; \frac{\sigma_r}{\sigma'^*_a} - 0{,}2 \; \frac{\sigma_b^*}{\sigma'^*_a} \qquad (8.23)$$

$$\overline{\omega}_o = \frac{e_r - 0{,}4}{0{,}8} \; \frac{\sigma_r}{\sigma^*_a} \qquad (8.24)$$

a) *Estas equações aplicadas ao caso de* **"B 225"** e **"A 40 T"** *em que* $\sigma'^*_a = 3200$, $\sigma^*_a = 3700$ *e* $\sigma^*_b = 130$ *kgf/cm²*, *fornecem:*

$$\left| \begin{array}{ll} \overline{\omega}'_o = 0{,}039\,(e_r + 0{,}4)\,\sigma_r - 0{,}82\ \% & (8.25) \\ \overline{\omega}_o = 0{,}034\,(e_r - 0{,}4)\,\sigma_r \qquad \% & (8.26) \end{array} \right.$$

$$\sigma_r = \frac{N^*}{b\,.\,h_t} \; ; \; e_r = \frac{e_t}{h_t} \,,\; com\ e_t = e_o + e_a$$

Considerando, por exemplo, $\sigma_r = 30$ kgf/cm² e $e_r = 1{,}0$, obtém-se:

$$\overline{\omega}'_o = 0{,}039 \times 1{,}4 \times 30 - 0{,}82 = 0{,}82\ \%$$
$$\overline{\omega}_o = 0{,}034 \times 0{,}6 \times 30 = \qquad 0{,}61\ \%$$
$$(\overline{\omega}'_o + \overline{\omega}_o) = 1{,}43\ \%$$

Do Quadro 8.2, tinha-se $2\,\overline{\omega}_o = 2 \times 0{,}7 = 1{,}4\ \%$

b) *Para* **"B 225"** e **"A 24"** *é* $\sigma^*_b = 130$ *e* $\sigma^*_a = \sigma'^*_a = 2090$ *kgf/cm²*, *donde:*

$$\left| \begin{array}{ll} \overline{\omega}'_o = 0{,}06\ (e_r + 0{,}4)\ \sigma_r - 1{,}25\ \% & (8.27) \\ \overline{\omega}_o = 0{,}06\ (e_r - 0{,}4)\ \sigma_r \qquad \% & (8.28) \end{array} \right.$$

$$\sigma_r = \frac{N^*}{b\,.\,h_t} \; ; \; e_r = \frac{e_t}{h_t}$$

Considerando o exemplo anterior, obtinha-se:

$$\overline{\omega}'_o = 0{,}06 \times 1{,}4 \times 30 - 1{,}25 = 1{,}27\ \%$$
$$\overline{\omega}_o = 0{,}06 \times 0{,}6 \times 30 \qquad = 1{,}08$$
$$2{,}35\ \%$$

Do Quadro 8.1, tinha-se $2\,\overline{\omega}_o = 2 \times 1{,}1 = 2{,}2\ \%$

2 — Apresentado o estudo que permite o dimensionamento de secções submetidas a flexão composta com compressão, armadas simètricamente de que resultaram os Quadros 8.1 e 8.2, apresentaram-se no início de 8.7) fórmulas (eq. 8.21 e 8.22) que permitem o mesmo dimensionamento situando a linha neutra de tal modo que o c. g. das forças de compressão no betão coincida com o c. g. das armaduras de compressão.

Estas últimas expressões conduzem a uma armadura de «tracção reduzida».

À medida que a linha neutra se afasta da face mais comprimida, aumenta a participação do betão, diminuindo normalmente a armadura de compressão, e aumentará a armadura de tracção em resultado da consequente diminuição do braço do binário.

Verificou-se no Cap. 1 e 2 que o valor de α pode aumentar até certos limites sem que a tensão na armadura de tracção desça abaixo do limite convencional de proporcionalidade.

Aproveitando esses estudos, principalmente os Quadros 2.1 e 2.2, apresenta-se seguidamente um método de dimensionamento que permite tirar maior partido do betão com a consequente redução da armadura de compressão mantendo a armadura de tracção submetida a tensões maiores ou iguais aos limites convencionais de proporcionalidade. Obtém-se assim, uma armadura de «compressão reduzida».

— *Regras de Aplicação*

— Calcula-se o momento

$$M_c = M^* + N^* (0{,}5\, h_t - d) = N^* (e_t + 0{,}5\, h_t - d) =$$

$$= N^* \,.\, h_t \left(\frac{e_t}{h_t} + 0{,}5 - \varepsilon_r \right) \qquad (8.29)$$

$$\text{com} \quad e_t = e_o + e_a$$

— Calcula-se o momento reduzido

$$\mu = \frac{M_c}{b \,.\, h^2} \qquad (8.30)$$

— Entrando nas tabelas de flexão simples, publicadas em Anexo, até $\eta_1 = 0{,}33$ para o aço "A 24" ou $\eta_1 = 0{,}26$ para o aço "A 40 T" ou, nos Quados 2.1 e 2.2 para valores superiores de η_1, obtém-se, respectivamente, $\overline{\omega}_o$ ou, $\overline{\omega}_o$ e $\overline{\omega}'_o$.

— Calculam-se as armaduras de compressão e de tracção, respectivamente, pelas expressões

$$A' = \overline{\omega}'_o \; b \; h \qquad (8.31)$$

$$A = \overline{\omega}_o \; b \; h - \frac{N^*}{\sigma_a^*} \qquad (8.32)$$

Com $\sigma_a^* = 2090$ kgf/cm² para o aço «A 24» e $\sigma_a^* = 3480$ kgf cm² para o aço «A 40 T»

As expressões (8.31) e (8 32) são válidas sempre que $A \geqslant o$.

Os Quadros 2.1 e 2.2 estão elaborados para recobrimentos $d' = 0{,}06$ h.

- *Exemplo*

Seja a secção $b = 30$ cm $h_t = 50$ cm $h = 46$ cm; «A 40 T»; «B 225»

$M^* = 20$ tf.m e $N^* = 40$ tf (sem varejamento)

$$e_o = e_t = \frac{20}{40} = 0{,}5$$

$$M_c = 40\,(0{,}5 + 0{,}25 - 0{,}04) = 28 \text{ tf.m}$$

$$\mu = \frac{28 \times 10^5}{30 \times 46 \times 46} = 46 \text{ , do Quadro 2.2}$$

e das relações (8.31) e (8.32), tem-se:

$$A' = 0{,}57 \times 30 \times 46 \;\%\; = \qquad 7{,}7 \text{ cm}^2$$

$$A = 1{,}52 \times 30 \times 46 \;\%\; - \frac{40000}{3480} = 20{,}5 - 11{,}4 = \underline{9{,}1 \text{ cm}^2}$$

$$A' + A = 16{,}8 \text{ cm}^2$$

Com armadura simétrica, obtinha-se

$$e_r = \frac{e_t}{h_t} = 1 \quad , \quad \sigma_r = \frac{40000}{1500} = 26{,}5$$

$$A = A' = 0{,}6 \times 30 \times 50 \;\%\; = 9{,}0 \text{ cm}^2$$

$$A' + A = 18{,}0 \text{ cm}^2$$

A economia que se obtem utilizando este método é, por vezes, apreciável.

Apresentaram-se assim três métodos para o dimensionamento de secções à flexão composta com compressão; um conduzindo a armadura simétrica, outro a armadura de tracção reduzida e o último fornecendo uma armadura de compressão reduzida. Poderá utilizar-se, em cada caso, o que conduzir à armadura mais económica ou mais conveniente.

8.8 — Secções "T" com Armadura Assimétrica

As secções "T" em que a aba ($b \,.\, h_o$) é comprimida são também dimensionáveis utilizando os estudos apresentados em 8.7 e nos Cap. 4 e 5. Serão apresentados sucessivamente estes dois processos de dimensionamento.

1 — As equações (8.21) e (8.22) são directamente aplicáveis a secções "T" em que $h_o \geqslant \frac{8}{3} \,.\, \varepsilon'_r \,.\, h_t$ desde que se tome para valor

de e_t, que fornece $e_r = \frac{e_t}{h_t}$, o valor $e_o + e_a$ acrescido da distância entre o c. g. da secção "T" e o c. g. da secção rectangular de altura h_t.

Este método fornece, em princípio, uma armadura de tracção reduzida.

2 — Utilizando os estudos do Cap. 4 e 5 dois casos há a considerar.

a) $\alpha < \alpha$ máx

— Calcula-se o momento

$$M_c = M^* + N^*. c = N^* (e_t + c) \qquad (8.33)$$

c — é a distância do c. g. da secção "T" à armadura de tracção

$$e_t = e_o + e_a \quad ; \quad e_o = \frac{M^*}{N^*}$$

— Calcula-se

$$\eta_1 = \frac{M_c}{b \,.\, h^2 \,.\, \sigma_b^*} \qquad (8.34)$$

Do Quadro 4.1, tira-se ε e verifica-se α.

— Obtém-se a armadura de tracção por

$$A = \frac{M_c}{\varepsilon \,.\, h \,.\, \sigma_a^*} \qquad (8.35)$$

b) $\alpha > \alpha$ máx

— Calculado $\eta_1 = \frac{M_c}{b\, h^2\, \sigma_b^*}$ e verificado pelo Quadro 4.1 que $\alpha > \alpha$ máx, entra-se na linha respectiva deste quadro (ver Cap. 5.3) e tira-se η_1' máx e η_2' máx.

— A armadura de compressão é dada pelas equações (5.8) ou (5.10), para $\varepsilon_r' = 0{,}08$

$$\overline{\omega}'_o = (\eta_1 - \eta_1' \text{ máx}) \frac{\sigma_b^*}{1940}, \text{ para "A 24"} \qquad (8.36)$$

ou

$$\overline{\omega}'_o = (\eta_1 - \eta'_1 \text{ máx}) \frac{\sigma_b^*}{2960}, \text{ para «A 40 T»} \qquad (8.37)$$

$$A' = \overline{\omega}'_o \,.\, b\,h$$

— A armadura de tracção obtém-se de:

$$\overline{\omega}_o = \frac{\sigma_b^*}{\sigma_a^*} \left[\eta'_{2\ \text{máx}} - \frac{N^*}{bh\sigma_b^*} \right] + \overline{\omega}'_o \frac{\sigma_a}{\sigma_a^*} \qquad (8.38)$$

$$A = \overline{\omega}_o \,.\, bh$$

Êste método fornece uma armadura de compressão reduzida.

Nos casos estudados em que, em teoria, a armadura de tracção ou compressão, seja dispensável deve, no entanto, usar-se sempre uma armadura mínima.

Exemplos:

a) Seja calcular a secção $b = 45$ cm, $b_o = 22$ cm, $h_t = 50$ cm, $h = 47$ cm, $h_o = 10$ cm; "A 40 T"; "B 225" submetida a $M_k = 30$ tf.m e $N_k = 40$ tf.

Para esta secção é $c = 28$ cm; não se considera o varejamento.

— Calcula-se:

$$e_t = e_o = \frac{M}{N} = \frac{20}{40} = 0{,}5 \,;\; b\, b_o = 2 \,;\; h_o\, h = 0{,}2$$

$$M_c = 1{,}5 \times 40\ (0{,}50 + 0{,}28) = 46{,}6 \text{ tf.m}$$

$$\eta_1 = \frac{46{,}6 \times 10^5}{45 \times 47 \times 47 \times 130} = 0{,}36$$

do Quadro 4.1 verifica-se que $\alpha > 0{,}488$ e a secção será duplamente armada.

Da linha 17, tira-se:

$$\eta'_{1\ \text{máx}} = 0{,}194 \text{ e } \eta'_{2\ \text{máx}} = 0{,}222$$

$$\overline{\omega}'_o = (0{,}360 - 0{,}194)\ \frac{130}{2960} = 0{,}73\ \%$$

$$\overline{\omega}_o = \frac{130}{3480} \left[0{,}222 - \frac{60000}{45 \times 47 \times 130} \right] + 0{,}92 \times 0{,}73 = \sim 0{,}67\ \%$$

$$A' = 0{,}73\ \% \times 45 \times 47 = 15{,}4 \text{ cm}^2$$
$$A = 0{,}67\ \% \times 45 \times 47 = 14{,}0 \text{ cm}^2$$

b — O mesmo exemplo utilizando as eq. (8.21) e (8.22) ou, directamente, as suas transformadas (8.25) e (8 26), fornecia:

$$e_t = 0{,}5 + 0{,}06 = 0{,}56 \,;\; e_r = \frac{0{,}56}{0{,}50} = 1{,}1 \,;\; \sigma_r = \frac{60000}{45 \times 50} = 26{,}5$$

$$\overline{\omega}'_o = 0{,}039\,(1{,}1 + 0{,}4) \times 26{,}5 - 0{,}82\,\% = 0{,}73\,\%$$

$$\overline{\omega}_o = 0{,}034\,(1{,}1 - 0{,}4) \times 26{,}5 \qquad = 0{,}63\,\%$$

$$A' = 0{,}73\,\% \times 45 \times 50 = 16{,}5 \text{ cm}^2$$

$$A = 0{,}63\,\% \times 45 \times 50 = 14{,}0 \text{ cm}^2$$

Fornece pràticamente a mesma armadura. O método não seria, em teoria, aplicável dado que $\frac{8}{3} \times 0.1 \times 50 = 13$ é maior que $h_o = 10$.

9 — FLEXÃO COMPOSTA DESVIADA (COM COMPRESSÃO)

9.1 — Generalidades

Neste caso, a secção é solicitada por um esforço normal de compressão e esforços flectores actuando simultâneamente em dois planos ortogonais.

O Art. 31.º do R. E. B. A. permite para o cálculo simplificado da capacidade resistente de elementos sujeito à flexão composta (com compressão) desviada utilizar a seguinte expressão do regulamento soviético N_y TU 123-55, que fornece o esforço normal máximo $\overline{N}$ que pode ser aplicado com a excentricidade (e_x, e_y) referida aos eixos principais da secção total de betão:

$$\overline{N} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{N}_x} + \frac{1}{\overline{N}_y} - \frac{1}{\overline{N}_o}} \qquad (9.1)$$

em que:

$\overline{N}_x$ — Esforço normal máximo que pode ser aplicado no ponto (e_x, o)

$\overline{N}_y$ — Esforço normal máximo que pode ser aplicado no ponto (o, e_y)

$\overline{N}_o$ — Esforço normal máximo em compressão simples.

Na orientação dos estudos anteriores adoptar-se-á este procedimento de cálculo, concretizando o estudo para secções rectangulares simètricamente armadas.

Embora o estudo que se segue seja formalmente só aplicável a secções que apresentem armadura sòmente nos cantos, poderá também ser aplicado, com segurança, para secções que apresentem armadura a meio das faces desde que esta seja desprezada na flexão paralela à face.

A expressão (9.1), será transformada de modo a ser fàcilmente calculada com apoio dos quadros apresentados nos Caps. 6 e 8.

Pela análise de (9.1) verifica-se que considerar um valor de $\overline{N}_o$ maior que o valor real conduz a um valor de $\overline{N}$ menor que o real e portanto do lado de segurança; «mutatis-mutandis» considerar $\overline{N}_o$ menor, fornece $\overline{N}$ do lado inseguro.

Este julgamento tem sentido na medida em que no estudo da compressão simples e para as baixas % de armadura ($\overline{\omega} < 1{,}0\,\%$ se é conduzido a dois valores de $\overline{N}_o$; um definido pelas fórmulas que fornecem as capacidades resistentes, outro, pelos mínimos definidos nos artigos relativos às disposições construtivas. Ver Quadro 6.1.

Nos casos em que este quadro apresenta dois valores utiliza-se assim o valor de cima que corresponde à resistência de cálculo e conduz a um valor de $\overline{N}$ do lado da segurança.

9.2 — Expressão de Cálculo

A fórmula

$$\overline{N} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{N}_x} + \frac{1}{\overline{N}_y} - \frac{1}{\overline{N}_o}}$$

pode transformar-se em:

$$\overline{\sigma} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{\sigma}_x} + \frac{1}{\overline{\sigma}_y} - \frac{1}{\overline{\sigma}_o}} = \frac{\overline{\sigma}_o}{\frac{\overline{\sigma}_o}{\overline{\sigma}_x} + \frac{\overline{\sigma}_o}{\overline{\sigma}_y} - 1} \qquad (9.2)$$

sendo:

$\overline{\sigma} = \frac{\overline{N}}{B'}$, a tensão resistente (tensão resistente de cálculo) da secção submetida a um esforço normal com excentricidade (e_x, e_y).

$\overline{\sigma}_x = \frac{\overline{N}_x}{B'}$, a tensão resistente da secção submetida a um esforço normal com excentricidade (e_x, o).

$\overline{\sigma}_y = \frac{\overline{N}_y}{B'}$, a tensão resistente da secção submetida a um esforço normal com a excentricidade (0, e_y)

$\overline{\sigma}_o = \dfrac{\overline{N}_o}{B'}$, a tensão resistente da secção submetida a compressão simples.

Nas secções rectangulares em estudo é:

$$B' = b.\ h_t$$

Deve ser:

$$\overline{\sigma} < \overline{\sigma}_o \text{ ou } \overline{\sigma} < \overline{\sigma}'_o, \text{ e } \overline{\sigma} > \sigma^*$$

$$\text{com } \sigma^* = \frac{N^*}{b\ h_t} = \frac{\gamma_s\ N_k}{b.\ h_t}$$

Conhecida a secção e os valores de e_x e e_y os quadros do Cap. 6 e Cap. 8 fornecem imediatamente,

$\overline{\sigma}_x$, $\overline{\sigma}_y$ e $\overline{\sigma}_o$ que permitem calcular $\overline{\sigma}$ de (9.2) que será comparada com $\overline{\sigma}_o$ ou $\overline{\sigma}'_o$, e σ^*.

$\overline{\sigma}'_o$, é o valor tirado do Quadro 6.1 respeitante às imposições construtivas (valor inferior de cada rectângulo).

Na aplicação dos quadros referidos deve ter-se em atenção que a °/o de armadura do Quadro 6.1 corresponde a armadura total e nos quadros do Cap. 8 à armadura em cada face.

9.3 — Exemplos

1 — Seja a secção da fig. 9.1, caracterizada pelas solicitações e materiais a seguir indicados.

Mx = 3 tf.m	"A 24"; "B 225"
My = 6 tf.m	l = 300 cm
N = 60 tf.m	k = 0,9

Solicitações do tipo I; Mx, My e N actuam simultâneamente

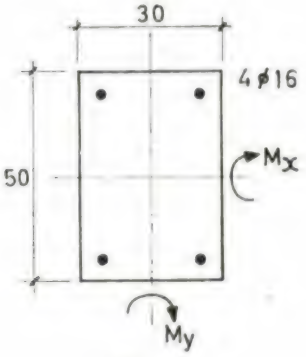


Fig. 9.1

$$e_x = \frac{3}{60} = 0{,}05;\ \frac{l}{a} = \frac{300}{50} = 6;\ \frac{e_{xt}}{h_t} = \frac{5}{50} = 0{,}10$$

$$e_y = \frac{6}{60} = 0{,}10;\ \frac{l}{a} = \frac{300}{30} = 10;\ \frac{e_{yt}}{h_t} = \frac{10}{30} = 0{,}33$$

$$\overline{\omega}_{ox} = \overline{\omega}_{yo} = \frac{4{,}02}{30 \times 50} = 0{,}27\ ^o/_o$$

$$\overline{\omega} = \frac{2 \times 4{,}02}{30 \times 50} = 0{,}54\ ^o/_o$$

Serão utilizados os Quadros 6.1 e 8.1.

Quadro 6.1

$$\frac{l}{a} = 10;\ k = 0{,}9;\ \omega = 1{,}06$$

com $\overline{\omega} = 0{,}54\ ^o/_o$, tem-se

$$\overline{\sigma}_o = \frac{109}{1{,}06} = 100 \text{ kgf cm}^2$$

$$\text{e } \overline{\sigma}'_o = \frac{67}{1{,}06} = 63 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (só compressão simples)}$$

Quadro 8.1

$$\overline{\sigma}_x = 98 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (de } \overline{\omega}_o = 0{,}27\ ^o/_o \text{ e } \frac{e_t}{h_t} = 0{,}10)$$

$$\overline{\sigma}_y = 54 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (de } \overline{\omega}_o = 0{,}27\ ^o/_o \text{ e } \frac{e_t}{h_t} = 0{,}33)$$

A expressão (9.2) fornece:

$$\overline{\sigma} = \frac{100}{\dfrac{100}{98} + \dfrac{100}{54} - 1} = \frac{100}{1{,}02 + 1{,}85 - 1{,}00} =$$

$$= 53{,}5 \text{ kgf/cm}^2$$

É:

$$\sigma^* = \frac{1{,}5 \times 60\,000}{1\,500} = 60{,}0 \text{ kgf cm}^2$$

Comparando $\sigma^* = 60$ com $\overline{\sigma}'_o = 63$ verifica-se que a secção satisfaz à compressão simples mas, dado que $\overline{\sigma} = 53{,}5$ é menor que $\sigma^* = 60{,}0$, a secção precisa ser um tanto reforçada para suportar os esforços M_x, M_y e N.

2 — Seja a secção da fig. 9.2.

$M_x = 3$ tf.m "A 24"; "B 225"

$M_y = 6$ tf.m $\qquad l = 300$ cm

$N = 60$ tf $\qquad k = 0{,}9$

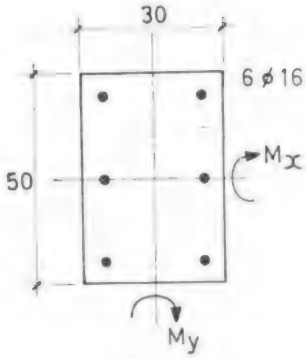


Fig. 9.2

$$\frac{e_{xt}}{h_t} = 0{,}10 \; ; \quad \frac{e_{yt}}{h_t} = 0{,}33$$

$$\bar{\omega}_{ox} = 0{,}27\,\% \; ; \; \bar{\omega}_{oy} = \frac{6{,}03}{1500} = 0{,}4\,\% \; ;$$

$$\bar{\omega} = \frac{12{,}1}{1500} = 0{,}8\,\% \; ; \quad \sigma^* = \frac{1{,}5 \times 60\,000}{1500} = 60$$

Quadro 6.1

$$\bar{\sigma}_o = \frac{114}{1{,}06} = 108 \; ; \quad \bar{\sigma}'_o = \frac{98}{1{,}06} = 92{,}5$$

Quadro 8.1

$$\bar{\sigma}_x = 98$$

$$\bar{\sigma}_y = 62$$

$$\bar{\sigma} = \frac{108}{\frac{108}{98} + \frac{108}{61} - 1} = \frac{108}{1{,}1 + 1{,}7 - 1{,}0} =$$

$$= 60 \text{ kgf/cm}^2$$

A secção satisfaz, dado que

$$\bar{\sigma} = \sigma^* \text{ e } \bar{\sigma}'_o > \sigma^* = \sigma$$

Nota: Nos exemplos anteriores para tornar o problema mais geral foi considerado o varejamento; este efeito só deverá, no entanto, ser considerado em secções em que tal se justifique.

(Continua)

NOTICIÁRIO

IV Congresso Internacional sobre Transporte de Calor

O IV Congresso Internacional sobre Transporte de Calor realizar-se-á de 31 de Agosto a 5 de Setembro de 1970 (data provisória), sob os auspícios da Societé Française des Thermiciens, da Verfahrenstechnishe Gesellschaft (VDI) e da Dechema.

Os problemas tratados serão os seguintes, no que respeita ao transporte de calor:

Radiamento térmico
Convecção forçada
Convecção natural
Ebulição e condensação
Transporte de calor combinado
Transporte de calor com fluidos-não-newtorianos
Trocas de calor
Técnicas de medida.

A fim de estabelecer uma escolha de artigos, deverá ser enviado um resumo de uma página dactilografada, quer em Inglês, em Francês ou Alemão antes de Março de 1969. Empregar-se-ão de preferência as unidades S. I. Os resumos deverão ser enviados a um dos membro do Comité Científico, cujos endereços a *Técnica* facultará aos interessados.

Simpósio sobre pesquisas rodoviárias

O Instituto de Pesquisas Rodoviárias, pertencente ao Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil, vai realizar no Rio de Janeiro, na segunda quinzena do mês de Julho de 1969, o 5.º Simpósio sobre Pesquisas Rodoviárias. Os técnicos portugueses interessados em participar no Simpósio devem informar aquele Instituto até ao dia 30 de Abril de 1969.

Os Simpósios sobre Pesquisas Rodoviárias já realizados pelo Instituto têm despertado crescente interesse dentro e fora do Brasil como o demonstram as participações de mais de 2.000 técnicos provenientes do Continente Americano, da Europa e da África nos quatro simpósios já realizados, aos quais foram apresentados mais de 200 trabalhos técnicos.

3.º Congresso Nacional de Fundição 2.ª Exposição Internacional de Fundição

A Associação Portuguesa de Fundição, membro efectivo dos Comités Europeu e Internacional Técnico das Associações de Fundição (CEAF e CIATF), vai realizar no próximo mês de Maio de 1969, no Porto, o seu 3.º Congresso de Fundição.

Apesar do carácter nacional desta organização, conta a APF, como de costume, receber delegados das associações estrangeiras e comunicações técnicas de origem internacional. O tema legal deste 3.º Congresso «Produtividade na Indústria de Fundição» aborda assunto complementar do tratado no 2.º Congresso: «Qualidade». Os textos das comunicações deverão ser recebidos até 15 de Fevereiro e terão de obedecer às regras patentes no nosso actual Regulamento Interno dos Congressos Nacionais de Fundição.

Durante este Congresso haverá manifestações de índole social, visitas a instalações industriais e uma 2.ª Exposição Internacional de equipamentos e produtos para a Fundição.

I Congresso Nacional Philips para Jovens Cientistas e Inventores

A Philips Portuguesa vai efectuar o I Concurso Nacional Philips para Jovens Cientistas e Inventores. O objecto do concurso é a apreciação e classificação de trabalhos originais com a finalidade de seleccionar dois concorrentes que representarão Portugal no Concurso Europeu a realizar na Holanda em Maio de 1969.

Os trabalhos a apresentar deverão ser dos seguintes ramos: Física, Química, Matemática, Biologia e Engenharia.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

SETEMBRO

I — Breve nota mensal

As afluências ao conjunto do sistema situaram-se acima da média, tendo totalizado cerca de 211 GWh, valor a que corresponde um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,16 e uma probabilidade de ser excedido de cerca de 26 %.

As afluências acumuladas desde o início do ano hidrológico representam cerca de 83 % do respectivo valor médio e têm uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 76 %.

II — Elementos gerais (GWh)

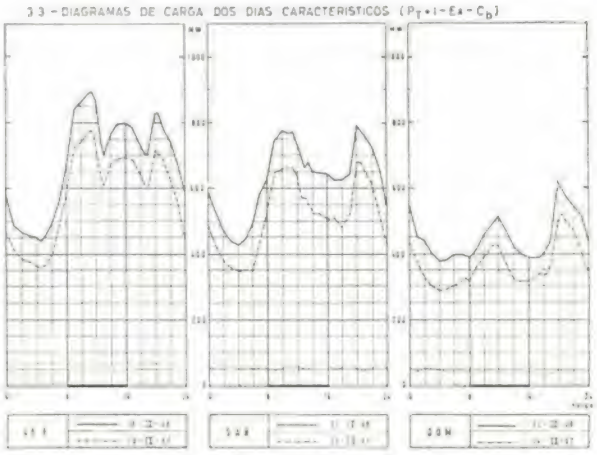
	a) Mensais		Variação
	1967	1968	%
Produção hidráulica (P_h) ...	416,4	336,7	— 19
Produção térmica (P_t)	6,2	117,6	—
Produção total (P_T)	422,6	454,3	+ 8
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	0,5	0,4	— 20
Exportações (Ex)	5,6	2,1	— 63
Importações (I)	6,5	3,8	— 42
Saldo importador (S_I)	+0,9	+1,7	+ 89
Cons. em bomb. hidroelé. C_b) (1)	0,0	0,0	0
Produção para consumos perman. (P_{cp}) (2)	383,1	415,5	+ 8,4
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) (3)	40,6	40,9	+ 1
Total	424,0	456,4	+ 8
Coeficiente de hidraulicidade	0,84	1,16	—

NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais é respectivamente de 8,8 e 10,7 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1967	1968
Produção hidráulica		(P_h) MWh	15 569	12 437
Produção térmica		(P_t) MWh	0	4 160
Produção total		(P_T) MWh	15 569	16 597
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	1 635	60
	Import.	(I) MWh	295	130
Cons. em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	0
Prod. p.ª cons. perm.		(P_{cp}) MWh	13 872	15 056
Prod. p.ª cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	357	1 611
TOTAL		$P_T + (-Ex)$ MWh	14 229	16 667
Características dos diagramas: $P_T + (I-Ex)$	Potência max.	MW	778	895
	Potência min.	MW	361	438
	Utiliz. da ponta	horas	18,3	18,6
	Factor de carga		0,76	0,78
Características dos diagramas: P_{cp}	Potência máx.	MW	763	831
	Potência min.	MW	346	366
	Utiliz. da ponta	horas	18,2	18,1
	Factor de carga		0,76	0,75



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	288,2	29,6
Paradela	84,2	37,8
Venda Nova	88,7	69,3
Salamonde	25,7	93,1
Caniçada	19,3	58,3
Vilar	28,8	28,6
Cabril	189,0	55,7
Castelo do Bode	63,1	38,7
Guilhofrei	2,3	27,7
Lagoa Comprida	24,2 (2)	62,0
Santa Luzia	44,0	71,4
Pracana	8,1	62,8
Póvoa	9,5 (3)	76,0
Total { com A. Rabagão ...	875,1	41,4
Total { sem A. Rabagão ...	586,9	51,4

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 2,5 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,0 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

Resumos do artigos publicados na Técnica n.º 382

Ano XLIII — Novembro 1968

F. J. Maratray — C. D. U. 669.15.28 — 194

Influência do molibdénio nos aços vazados e ferros fundidos

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pág. 55-74.

O autor refere-se à influência do molibdénio como elemento de liga dos ferros fundidos e aços vazados, em particular sobre os estados de equilíbrio e as transformações físico-químicas, conferindo aos materiais citados propriedades físicas e mecânicas que lhes permitem satisfazer a condições de utilização específicas.

Peres Rodrigues — C. D. U. 624.072.2

Estudo de duas vigas cruzadas sujeitas a uma carga concentrada

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pág. 95-102.

No presente artigo faz-se a descrição do cálculo de duas vigas cruzadas sujeitas a uma carga concentrada actuando numa delas, nas hipóteses das vigas simplesmente apoiadas ou encastradas. Analisam-se casos particulares da posição da carga e das características geométricas e elásticas das vigas.

J. Baptista Tomé — C. D. U. 621.372 45 : 621.399.822

Cálculo do filtro linear óptimo para a obtenção de um sinal perturbado por ruído

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pág. 75-90.

Dados dois processos aleatórios e estacionários m(t) e n(t), e os respectivos espectros de potência, consiste o problema, seguindo a teoria da filtragem linear de Wienner e utilizando um processo gráfico-analítico aconselhado por Solodlovnikov, em determinar a função de transferência do filtro linear que aplicado à mistura de m (t) e n (t), origine na saída um sinal o mais próximo possível de m (t), seguindo o critério de tornar o erro quadrático médio.
Para a realização numérica, programou-se parte do problema em linguagem FORTRAN, pois o grande número de cálculos a isso obrigou.

Madeira Costa — C. D. U. 624.072.2 [539.413]

Dimensionamento de secções de betão armado com compressão, em relação à rotura

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pág. 103-112.

Nos capítulos seguintes será apresentado o dimensionamento em relação à rotura de secções de betão armado submetidas a esforços de compressão. Serão tratados sucessivamente os casos de compressão simples, flexão composta e flexão desviada.

Augusto Clara — C. D. U. 550.837

A non linnear configuration applied to electrical — probing

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pág. 91-94.

Apresenta-se um novo dispositivo, em sondagens eléctricas, para os eléctrodos e comparam-se os resultados com ele obtidos com os obtidos pelos dispositivos de Wienner e de Schlumberger. Este estudo comparativo permite concluir que o dispositivo agora proposto é preferível quando se torna necessário reduzir o efeito de variações laterais, fortuitas, da resistividade.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 382

XLIII — November 1968

PERES RODRIGUES — U. D. C. 624.072.2

Study of two crossed beams subject to a single concentrated load

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pp. 95-102.

In the present paper a calculation is described for two crossed beams one of which is subjected to a single concentrated load. The beams have either simply supported or built-in ends. A few particular cases are discussed both as to the position of the load and as to the geometric and elastic characteristics of the beams.

F. J MARATRAY — U. D. C. 669.15.28-194

Influence of molybdenum as an alloying element of steel and cast iron

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pp. 55-74.

The Author reports the influence of molybdenum as an alloying element of cast iron and steel, with particular emphasis on the equilibrium states and fhysico chemical transformations, and stresses the resulting improved physical and mechanical properties that give those materials a wider range of specific technical application.

J. MADEIRA COSTA — U. D. C. 624.072.2 [539.413]

Dimensionation of concret sections submited to compression, in relation to rupture

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pp. 103-112.

In the following chapters the study of elements submited to compression (concentrically and eccentrically loaded) will be presented.

J. BAPTITA TOMÉ — U. D. C. 621.372.45 : 621.399.822

Calculation of the optimum linear filter to obtain a signal perturbed by noise

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pp. 75-90.

We are interested in designing a linear filter to detect a random proce·s m (*t*) obtained through a record of the author's speech. This process is combined with noise n (*t*), which is a modification of the output of a random noise generator. Both random processes are assumed stationary. We follow the optimum linear filtering theory of Wiener and we work with an analytical graphical method suggested by Solodovnikov, to obtain the optimum transfer function under the minimum-mean-square--error criterion. Part of the problem is programed in FORTRAN language because of the great number of calculus needed.

AUGUSTO CLARA — U. D. C. 550.837

A non linear configuration applied to electrical--probing

Técnica No. 382 — XLIII — 11. 1968, pp. 91-94.

A new electrod device to be used for electric probes is here outlined and results compared with those obtained with the Wienner and Schlumberger devices. From this comparison it is concluded that the device here submited is advisable whenever it may be important to reduce teh effects of fortuitous lateral variations of the resistivity.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Emilio Cruces, Vladmiro Oliveira e Ramos Correia.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dos exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 532.542.1

Non-Newtonian flow anular ducts — *J. Nebrensky* e *J. Ulbrecht.*

Collection of Czechoslovack Chemical Comunications, 2-968, vol. 33, n.º 2, pág. 363.

Por integração numérica da equação de movimento obteve-se a dependência entre a velocidade média de escoamento e a queda de pressão para um fluxo uniforme, isotérmico e laminar dum fluido incompressível de Eyring em condutas anulares de secção constantes.

C. D. U. 532.7

The equation of state of simple liquids — *J. A. Baker* e *D. Henderson.*

Journal of Chemical Education, 1-968, vol. 45, n.º 1 p: 2.

Estudo de uma equação de estado de um líquido composto por moléculas esféricas não polares e com uma massa suficientemente grande para se poderem ignorar os efeitos quânticos tal como no caso dos gases raros.

C. D U. 535.34:53.01

Quelques aplications recentes de la spectrometria infravermelha à l'étude des interactions moleculares — *Zeegers-Huyskens.*

Industrie Chimique Belge, 6-968, vol. 33, n.º 6, págs. 525-542.

Neste trabalho descrevem-se alguns aspectos modernos da espectrometria dos I. V.: estudo da estrutura das bandas de absorção, da influência do solvente do aparecimento de complexos com esteoquemetria mais elevada, etc.

C. D. U. 536.3

Principios gausianos en la ley de radiación termica — *Francisco-J. Mora Mas.*

Dyna, 6-968, vol. 43, n.º 6, pág. 301.

Neste artigo revaloriza-se a importância que tem os princípios gausianos no âmbito da físlca.

Sumário:

I — Comportamento térmico da matéria.
II — Estrutura da lei de radiação.
III — Restruturação da teoria quântica.
IV — Conclusões.

C. D. U. 539.153.4

The five equivalent "d" orbitais — *Richard E. Powel.*

Journal of Chemical Education, 1-968, vol. 45, n.º 1, pág. 45.

Evidencia-se neste artigo a equivalência dos orbitais **d**, provando-se que estes 5 orbitais podem estar dirigidos segundo os eixos duma pirâmide pentagonal. É feita uma prova da existência desta equivalência, a descrição da forma destes orbitais, a formação de ligações e a descrição de outros orbitais piramidais.

C. D. U. 539.383

La prevision des charges de flambement des poteaux en béton armé — *J. R. Robinson* e *S. S. Modjabi*

Annales, 9-968, n.º 249, pág. 1265.

Expõe-se o método de P. Faessel, fundado numa representação geométrica sugestiva, fàcilmente adaptável ao cálculo numérico

C. D. U. 539.385

Estudios de Torsion por medio de la analogia reoeléctrica — *Miguel Soto Pardo*

Anales de Mecanica y Electricidad, 5-6-968, vol. 55, n.º 3-4, pág. 159.

Na primeira parte o autor começa por dar umas noções gerais sobre os fundamentos da analogia reoeléctrica para passar a tratar o caso concreto da aplicação da mesma à resolução de problemas de tensão em geral.

Na segunda parte ocupa-se de casos específicos de torção, como por exemplo o referido a peças prismáticas.

Publicidade com critério.

Anuncie na

técnica

REVISTA DE ENGENHARIA

novidades rotring

O rebitógrafo rotring

é o primeiro que trabalha com ponteiras de tinta-da-china. A construção particularmente feliz do porta-ponteiras permite uma distribuição equilibrada do peso de ambos os lados do eixo de rotação, facultando assim à ponta que desenha um movimento regular e suave em torno do centro de gravidade. O círculo mais pequeno que se pode fazer tem 0,7 mm de diâmetro exterior. Ref. 1606

Jogo combinado VARIANT/compasso para técnicos, em estojo de metal revestido. Ref. 1199

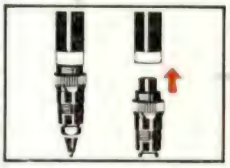
lapiseira de desenho rotring

Mais um produto da técnica avançada rOtring, com freio regulável, pinça de precisão de 4 garras e centro de gravidade situado na ponta. Ref. 1305

enchimento extra-rápido com cartuchos rotring de tinta-da-china

Cómoda, segura e rápida é a manipulação dos novos cartuchos rOtring, que servem nos sistemas rOtring VARIANT e VARIOSCRIPT Pode escolher entre 6 cores diferentes de tinta-da-china rOtring

Os cartuchos rOtring transformam imediatamente os sistemas rOtring de tinta-da-china numa caneta de cartucho.



Tirar o depósito da parte dianteira introduzir o cartucho até à rosca (há uma leve resistência)

Enroscar a ponteira no cabo - é tudo!

Pode colocar um segundo cartucho como reserva, encaixa no primeiro e há espaço suficiente no cabo

aparos para escantilhões rotring

Estes aparos só têm duas partes, pelo que a sua manutenção é mais simples. Inclinação sempre adequada. O orifício de enchimento, e/ou de respiração, nunca fica tapado. Um apoio prático permite pousar o aparo nos intervalos do trabalho. Para letras com alturas de 1,4 - 20 mm.

À venda nas casas da especialidade.

C. D. U. 539.501 : 677 022/03

Rheological aspects of fibré spinning — *Andrzej Ziabicki*

Industrie Chimique Belge, 1-968, vol. 33, n.° 1 pág. 46-50.

Três aspectos reológicos da tecelagem das fibras são explicados:

1) Possibilidade da fiação dos liquidos isto é, capacidade dos líquidos para formarem fios fluidos: faz-se uma nota particular acerca do mecanismo de rotura dos fios fluidos — rotura quebrando a coesão e rotura capilar em gotas — assim como os que dão o comprimento máximo do fio.

2) Comportamento reológico numa corrente de fiação: pressão de estrusão, efeitos de enchimento pelo tingimento e de rotura de fusão.

3) Características reologicas dos fluidos polímeros à alongação dos factos de fluido livre — um género particular de corrente existente na fiação das fibras.

C. D. U. 541.141.7

Dissociation constants of 2 — hydroxybenzophenone derivatives in ground and excited states — *P. Hrdlovič, D. Bellus e M. Lazár.*

Collection of Czechoslovak Chemical Communications, 1-968, vol. 33 n.° 1 pág. 59

Determinação das constantes de dissociação de 14 derivados da 2 — hidroxibenzofenona, substituída na posição 4, por intermédio duma titulação espectro fotométrica num meio etanol — água.

C. D. U. 541.24

Le calcul stoechiométrique en génie chimique — *G. H. L'Homme.*

Industrie Chimique Belge, 5-968, vol. 33, n.° 5, pág. 427.

Neste artigo mostra-se que a variável «Grau de avanço da Reacção», introduzida por De Donder, permite desenvolver uma álgebra estequiométrica simples e particularmente bem adaptada aos cálculos estequiométricos em Engenharia Química: encara-se o problema da equação estequiométrica das variáveis, descrevendo o curso das reacções, num sistema reaccional e as variáveis, descrevendo a composição deste último.

C. D U. 541.64 : 535.333

High resolution NMR in polymers — *W. P. Slichter.*

Journal of Chemical Education, 1-68, vol. 45, n° 1, pág. 11.

Trata-se dum estudo por ressonância magnética nuclear da química dos polímeros. Há nestes espectros duas áreas de interesse: uma que envolve o estudo do movimento molecular e, outra que envolve o estudo da composição molecular e configuração e é geralmente aplicada a líquidos e soluções, sendo precisamente esta área estudada no artigo e que utiliza os métodos de «alta resolução em ressonância magnética nuclear».

C. D. U. 547.12/22

C-H Bond Strengths - A physical chemistry experiment — *Glynne J. Boobyer e A. Peter Cox.*

Journal of Chemical Education, 1-68, vol. 45, n.° 1, pág. 18.

Trata-se de uma experiência de Química-Física, utilizando radiações infravermelhas. Utilizaram-se espectrómetros de grande resolução, pois a gama das radiações era necessàriamente limitada. Utilizaram-se nesta experiência líquidos em que o número de ligações paramétricas C-H é determinado com poucas aproximações no modelo molecular.

C. D. U. 547.96-118 : 542.838

Hydrolysis of monosubstituted orthophosphate esters — *C. A. Bunton.*

Journal de Chemical Education, 1-968, vol. 45, n.° 1, pág. 22.

Trata-se dum estudo da hidrólise dos derivados mono-alquilo e anilo do ácido ortofosfórico. É feito um estudo teórico completo do processo, com base no estudo do mecanismo da reacção de hidrólise: reacção do aço catalizado, reacções do monoanião, mecanismo da hidrólise do monoanião, reacções do di-anião, reacção do carbonião e uma eliminação -β.

C. D. U. 547.823.024 : 541.427

Electronic structure and chemical reactivity of 1-methil-2-pyridones — *M. Holik, V. Scála* e *J. Kuthan.*

Collection of Grechoslovack Chemical Communications, 2-968, vol. 33, n.° 2, pág. 394-403.

Estudo por intermédio do método MO-LCAo de Hückel da estrutura electrónica da 1-metil-2-piridona, 1-3, dimetil-2-piridona, 1,4-dimetíl-2-piridona, 1-5 dimetil-2-piridona, 1,6-dimetil-2 piridona e 1, 4, 6-trimetil-2-piridona. Os valores da reactividade química assim calculados estão em bom acordo com a prática.

C. D. U. 621.227

Analisis dimensional del regime variable — *J. Orio Serra.*

Dyna, 12-967, n.° 12, pág. 711.

Golpe de ariete e ábaco de Allievi Quando deixa de influir a elasticidade — solução semelhante a de Micheaud, cuja fórmula se discute, também.

C. D. U. 621.3.014.1 : 621.3.064 : 621.314.21 : 681.32

Calculation of transformer inrush currents using a digital computer — *B. Pendlebury.*

AEI Engineering, 1-967, vol. 7, n.° 1, pág. 42-46.

C. D. U. 621.311

Estudo analitico de un apoyo de sustentacion de lineas electricas — *José Saracho Salmeron.*

Dyna, 3-968, ano 43, n.° 3, pág. 159-164.

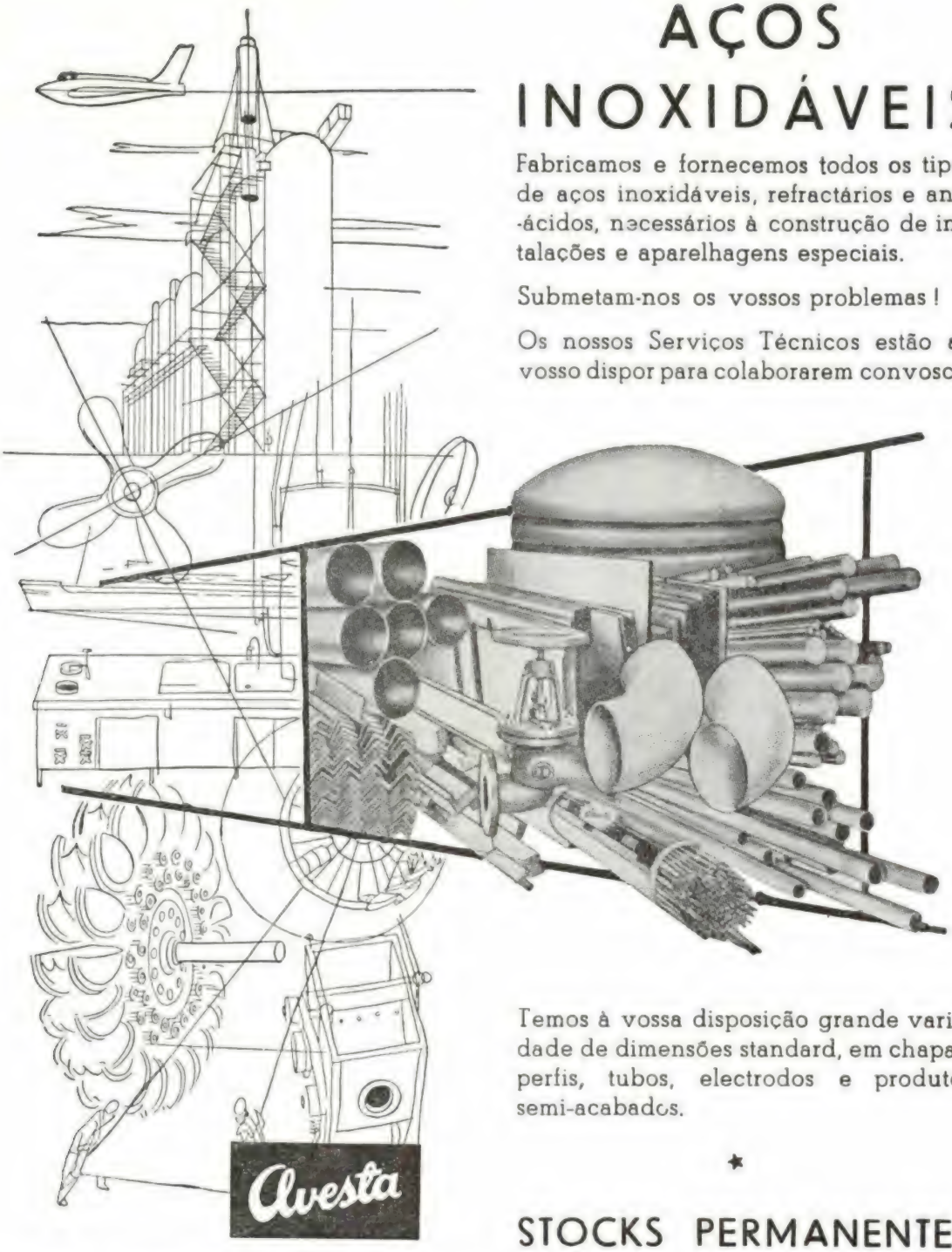
O autor faz a análise deste problema tratando esquemàticamente os seguintes pontos: métodos de

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

cálculo, exposição do método, apresentação da ordem dos cálculos, e, finalmente apresenta algumas aplicações do método.

C. D. U. 621.314.63 : 621.314.212

Heavy Current Rectiformers — *J. A. Roberts.*

A E I — Engineering, 1-967, vol. 7, n.º 1, págs. 34-41.

C. D. U. 621.315

Conductores aislantes y semicondutores (terminologia e interpretaciones fisicas) — *Francisco J. Escudero.*

Dyna, 3-967, ano 42, n.º 3, pág. 113-140.

Aprroximación estadística de las cargas de viento sobre líneas eléctricas aéreas, segun las teorías de Davenport, Manuzio y Paris — *J. G. Paradinas.*

Dyna, 9-968, ano 43, n.º 9, págs. 415 a 424.

No presente artigo desenvolvem-se as modernas teorias de carga de vento sobre estruturas, devidas principalmente a Davenport, em conjunto com uma aplicação às linhas eléctricas aéreas.

C. D. U. 621.316.35 : 621.365.5

L'échauffement de pièces en fer au voisinage de conducteurs parcourus par des courants de grande intensité — *Kluge Paul e Schaffer Gerhard.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 2/3, p. 122 à 133.

As peças de ferro colocadas na vizinhança de condutores percorridos por correntes fortes podem sofrer um aumento de temperatura notável, devido às perdas por correntes de Foucault e por histeresse; resulta portanto que o cálculo é extremamente difícil. O artigo dá as fórmulas e diagramas que permitem efectuar o cálculo nos casos mais frequentes.

C. D. U. 621.331

Montage de centrales termicas — *Francisco Salmador Alvarez.*

Dyna, 4-668, vol. 43, n.º 4, pág. 221.

Este artigo trata sucessivamente da escolha da companhia de montagem, preparação dos planos de montagem, apresentando para cada caso gráficos e quadros sobre esses problemas.

C. D. U. 621.398.052.63 : 621.372.54

Possibilités d'accord des circuits bouchons des installations de télécommunications sur lignes à haute tension — *Morf Klaus.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 2/3, pág 97-103.

Trata-se dos diferentes modos de ajuste possível dos circuitos tampão e da sua aplicação.

C. D. U. 621.771

Calculo del diametro de trabajo en los trenes de laminacion — *José Ibarrola Solano.*

Dyna, 4-968, vol. 43, n.º 4, pág. 215.

C. D. U. 621.771.23 : 681.326.2

Opfimising the performance of a universal plate will by computer — *A.T.K. Betts, J. W. Jones, R. Shephered*

AEI Engineering, 1-967, vol. 7, n.º 1, pág 21-27.

C. D. U. 624.155

Étude vibratoire des pieux en béton. Réponse harmonique et impulsionnelle. Application au controle — *J. Paquet.*

Annales, 5-1968, n.º 245, pág. 789.

Métodos de controle não destrutivos, do tipo vibratório – resposta harmónica e impulsiva da cabeça da estaca. Estudo teórico.

C. D. U 624.157 : 626.02

Le problème du forage en mer — *Rey Grange.*

Annales, 2 968, n.º 242, pág. 253.

Expõem-se conhecimentos e trabalhos respeitantes à construção de plataformas de perfuração no mar.

C. D. U. 624.157. + 627.22

Le Port en eau profonde de Boulogne-Sur-Mer — *M. Pierre Callet.*

Annales, 5-668, n.º 245, pág. 711.

Indicações gerais sobre marés, correntes, ventos e vagas e geologia dos leitos. Indicam-se os principais projectos e execução de alguns trabalhos.

C. D. U. 624.953

Efforts s'exerçant dans les silos — *Michel Aubry.*

Annales, 9-968, n.º 249, pág. 1269.

Traduzido do alemão, estuda os esforços nas células dos silos, devidos aos materiais ensilados. Apresenta curvas dos esforços em função da profundidade.

C. D. U. 658.15 : 657

Dialogue avec la banque sur la gestion financière des entreprises de batiment et de travaux publics - *J. Tissier.*

Annalles, 9-968, vol. 249, pág. 1281.

C. D. U. 669.1

Los hornos de arco en la moderna siderurgia — *Manuel Montero Gamindez.*

Dyna, 6-968, vol. 43, n.º 6, pág. 311.

Começa-se o artigo com considerações sobre a siderurgia mundial na presente década. O autor debruça-se sobre o problema dos fornos eléctricos na siderurgia Norte-Americana, comparando com o que se passa na Europa. Introduz a seguir considerações económicas sobre o processo.

C. D. U. 669.16

El afino de metales por refusión en baño de escoria — *Urgoiti Abascal.*

Dyna, 5-967, vol. 42 n °5, pág. 239-242.

Estuda-se neste artigo um processo descoberto em 1930 por R. Hopkins nos E. U. A. e que tem tido nos últimos tempos grande aplicação – a afinação de lingotes metálicos por refusão em banho de escórias fundidas.

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

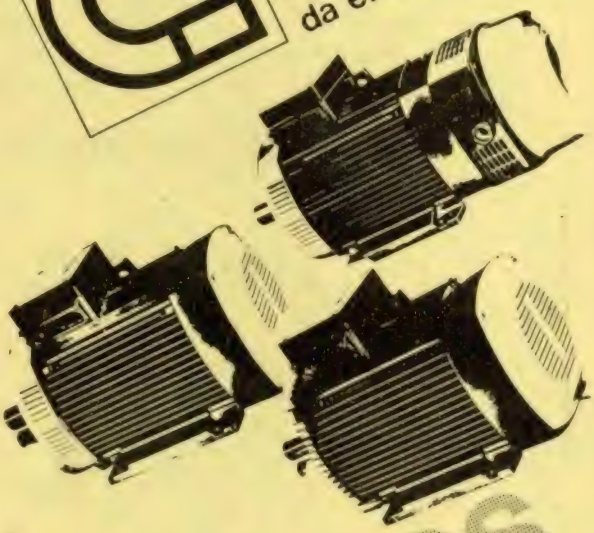
- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivolt" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61-1

Uma força criadora no domínio da electricidade



MARCA-A.E.I

Motores ASEA

Vasta gama de motores, adequados a cada fim, caracterizados por grande robustez mecânica e excelente arranque.

ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel. 251110 1.ª
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel. 62106/7
PORTO

SENHORES

ARQUITECTOS, ENGENHEIROS, EMPREITEIROS, CONSTRUTORES

DANDO PREFERÊNCIA, NAS VOSSAS OBRAS, AO

BETÃO PRONTO

LIZ

EVITAM: PERDAS DE TEMPO E STOCKS DE MATERIAIS
ECONOMIZAM: MÃO-DE-OBRA E DINHEIRO

Um produto das Centrais de Betão

da

Empreza de Cimentos de Leiria

1.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

2.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

3.ª Central—PORTO—Tel. 95 13 23/24

TOPOGRAFIA GERAL

2.º Volume

Pelo Eng.º A. C. XEREZ

Nova edição revista e actualizada

Preço 150$00

Desconto: 10% aos assinantes

Pedidos à Técnica

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

MARCA · A.E.6

Uma força criadora no domínio da electricidade

Condensadores

ASEA

Condensadores e baterias de condensadores de alta e baixa tensão, construídos para responder a todos os tipos de compensação de factor de potência.

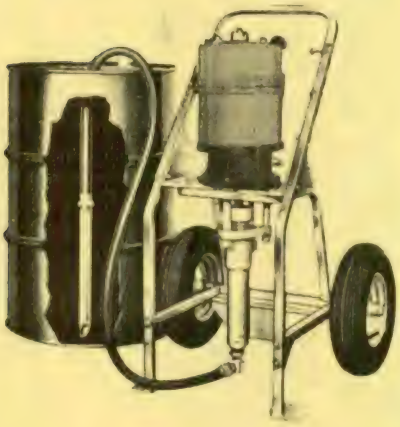
ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel 2511101
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel 62106/7
PORTO

Capacidade

Não conseguirá jamais gastar este "Huskie" DeVilbiss



A nova bomba de tinta sem ar portátil descansa quatro segundos em cinco na maior parte dos trabalhos. Para a manter ocupada metade do tempo são precisos seis homens. Pode fornecer até 3 galões por minuto! Como isto é muito mais do que a quantidade que provàvelmente utilizará jamais, assegura-lhe um movimento lento do pistão, o que dá como resultado uma operação calma, uma acção suave, duração maior e o máximo de confiança. Serve para todos os materiais de revestimento, incluindo os mais espessos. Eleva directamente a tinta de um balde de 5 galões ou, com mangueira de sucção, de um bidão de 55 galões. Use-o em todos os géneros de trabalho pesado de pintura a pressão. Proporciona-lhe excelentes resultados, sem problemas, dia após dia, durante muitos anos. Comece a aproveitar os acabamentos de DeVilbiss. Peça uma demonstração.

comece com
DEVILBISS
e «acabe» melhor

DEVILBISS

AGENTES GERAIS

SUL — BETHENCOURT BROS, LTD. — R. dos Sapateiros, 69/73 ou 128-1.º — LISBOA

NORTE — SÓRIA, LDA. — Rua Sá da Bandeira, 214 - 216 — PORTO

Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito mais eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos.

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais • Lisboa 1 • Telef. 77 54 49

aeist

associação dos estudantes do instituto superior técnico

AVENIDA ROVISCO PAIS • TELEF. 78 68 85 • TELEG. AEIST • LISBOA 1

EDIÇÕES DA SECÇÃO DE FOLHAS

FO - 3	ANÁLISE SUPERIOR segundo as lições do Prof.Engº.Manuel Abreu Faro	139$00
FS - 163	ANÁLISES INDUSTRIAIS	(a)
FO - 1	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE (Correntes de curto circuito) pelo Prof.Engº. Ferreira Dias Junior	67$50
FO - 23	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE (Elementos de Economia das Instalações Eléctricas) pelo Prof.Engº. Ferreira Dias Junior	67$50
FO - 2	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE (Generalidades sobre Centrais Eléctricas) pelo Prof.Engº. Ferreira Dias Junior	60$00
FO - 39	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE (Material de Manobra) pelo Prof.Engº. Ferreira Dias Junior	105$00
FO - 49	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE pelo Prof.Engº. Ferreira Dias Junior	97$50
FO - 54	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE pelo Prof.Engº. Ferrera Dias Junior	(b)
FS - 3	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE (PRÁTICA)	225$00
FS - 5	APLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE II segundo as lições do Prof.Engº. Frederico Oom	120$00
FS - 102	APLICAÇÕES DA TERMODINÂMICA pelo Prof.Engº. António Gouvea Portela	45$00
FS - 106	APONTAMENTOS DE ELECTRÓNICA segundo as lições do Engº.J.F. Borges da Silva	112$50
FS - 130	ARQUITECTURA	45$00
FS - 137	AUTOMAÇÃO pelo Prof.Engº. António Gouvea Portela	72$00
FS - 115	AUTOMAÇÃO E REGULAÇÃO (Máquinas Alternativas)	37$50
FS - 8	BETÃO ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO segundo as lições do Engº. Manuel Bravo	120$00
FS - 113	BETÃO DE RESINA PLÁSTICA	2$50
FS - 9	CÁLCULO INFINITÉSIMAL (TEORIA) pelo Prof.Engº. Luis de Almeida Alves	225$00
FS - 10	CÁLCULO INFINITÉSIMAL (PRÁTICA)	135$00
FS - 154	CÁLCULO NUMÉRICO MECÂNICO E GRÁFICO	(b)
FO - 52	CÁLCULO TENSORIAL pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	90$00
FS - 167	CALDEIRAS E PERMUTADORES DE CALOR segundo as lições do Prof. Engº. Delgado Domingos	(a)
FS - 164	CALDEIRAS E PERMUTADORES DE CALOR (PRÁTICA)	(a)
FO - 59	CALDEIRAS E PERMUTADORES DE CALOR (GRÁFICOS)	(b)
FS - 128	CONSTRUÇÕES CIVIS segundo as lições do Prof.Engº. Tavares Cardoso	202$50
FO - 4	CONSTRUÇÕES E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (Materiais e Estruturas) segundo as lições do Engº.P. Cavalleri Martinho	(b)
FO - 32	CONSTRUÇÕES E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (Betão Armado) segundo as lições do Engº.P. Cavalleri Martinho	100$00
FS - 176	CONSTRUÇÕES E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS segundo as lições do Engº.P. Cavalleri Martinho	(a)
FS - 166	CURSO GERAL DE MÁQUINAS	(a)
FS - 190	CURSO GERAL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS (TEORIA)	(a)
FS - 141	CURSO GERAL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS (PRÁTICA)	(a)
FS - 188	CURSO GERAL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS (ENSAIOS DE LABORATÓRIO)	(a)
FS - 116	CURSO GERAL DE DESENHO (Texto) pelo Engº. Leal de Faria	97$50
FO - 10	CURSO GERAL DE DESENHO (Figuras)	82$50
FS 156	ECONOMIA pelo Prof. Engº. Daniel Barbosa	(a)
FS - 110	ELECTROQUÍMICA,ELECTROMETALURGIA, ELECTROCREMIA pela Engº. Isabel Maria Meleças Gago	(a)
FS - 20	ELECTROTECNIA GERAL Segundo as lições do Engº.Domingos Moura	127$50
FS - 97	ELECTROTECNIA TEÓRICA segundo as lições do Prof.Engº. Ferrer Moncada	153$00
FO - 6	ELECTRÓNICA APLICADA livro I (Válvulas de vácuo como elementos do circuito Definições. Simbologia) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	37$50
FO - 7	ELECTRÓNICA APLICADA livro II (Considerações gerais sobre amplificadores) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	37$50
FO - 25	ELECTRÓNICA APLICADA livro III (Amplificadores em A.F.) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	82$50
FO - 21	ELECTRÓNICA APLICADA livro IV (Amplificadores sintonizados.Osciladores) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	105$00
FO - 26	ELECTRÓNICA APLICADA livro V (Modulação e desmodulação) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	52$50
FO - 28	ELECTRÓNICA APLICADA livro VII (Válvulas de gás como elementos de circuitos) pelo Prof.Engº. Carvalho Fernandes	19$00
FO - 18	ELECTRÓNICA APLICADA livro VIII (Rectificadores) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	52$50
FO - 29	ELECTRÓNICA APLICADA livro IX (Transitores) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	90$00
FO - 30	ELECTRÓNICA APLICADA livro X (Circuitos fundamentais com semi-condutores) pelo Prof. Engº. Carvalho Fernandes	127$50
FS - 106	ELECTRÓNICA GERAL segundo as lições do Engº. Borges da Silva	112$50
FS - 70	ENSAIOS DE MÁQUINA DE CORRENTE CONTÍNUA	12$00
FS - 23	ESTABILIDADE DAS ESTRUTURAS segundo as lições do Engº. Manuel Bravo	187$50
FS - 191	FÍSICA ATÓMICA 1ª Parte	45$00
FS - 146	FÍSICA ATÓMICA 2ª Parte	45$00
FS - 174	FÍSICA ATÓMICA (Problemas)	9$00
FS - 22	FÍSICA I (Electricidade) segundo as lições do Prof .Dr .António da Silveira	30$00
FS - 168	FÍSICA I (Consequências do 2º Princípio da Termodinâmica	(a)
FS - 13	FÍSICA II livro I (campo Electromagnético variável.Campo Electromagnético quase estacionário.Sistema de unidades)	105$00
FS - 14	FÍSICA II livro II (Óptica dos meios isótropos.Estudo do movimento do electrão)	82$50
FS - 15	FÍSICA II livro III (Relatividade.Óptica dos meios anisótropos. Electrónica)	120$00
FO - 64	GEOLOGIA DE PORTUGAL pelo Prof. Engº. Aires - Barros	142$50
FO - 19	GEOMETRIA DESCRITIVA (Projecções cotadas) pelo Engº.Ricardo da Cruz Filipe	127$50
FS - 29	HIDRÁULICA AGRÍCOLA E URBANA volume I segundo as lições do Prof.Engº.Alberto Manzanares Abecassis	75$00
FS - 30	HIDRÁULICA AGRÍCOLA E URBANA volume II segundo as lições do Prof.Engº.Alberto Manzanares Abecassis	75$00
FS - 31	HIDRÁULICA GERAL E APLICADA volume I segundo as lições do Prof.Engº.Alberto Manzanares Abecassis	75$00

FS - 32	HIDRÁULICA GERAL E APLICADA volume II segundo as lições do Prof.Eng.Alberto Manzanares Abecassis	90$00
FS - 33	HIDRÁULICA GERAL E APLICADA livro III segundo as lições do Prof.Engº.Alberto Manzanares Abecassis	27$50
FS - 34	HIDRÁULICA GERAL (Minas, Máquinas e Electricidade) pelo Engº. Fernando Manzanares Abecassis	127$00
FS - 39	HIDRÁULICA GERAL (Problemas)	100$00
FS - 107	INDÚSTRIAS QUÍMICAS I segundo as lições do Prof.Engº.Joaquim Barbosa Romero	137$50
FS - 170	INDÚSTRIAS QUÍMICAS II Segundo as lições do Prof. Engº. António W. Carriso	(a)
FS - 75	LABORATÓRIOS DE ELECTRICIDADE pelo Engº.Virgílio C. Abelaira Gomes	30$00
FS - 74	LABORATÓRIOS DE ELECTROQUÍMICA	15$00
FS - 77	LABORATÓRIOS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS II pelo Engº.Virgílio C. Abelaira Gomes	30$00
FO - 36	LUMINOTECNIA pelo Engº. Domingos Moura	60$00
FS - 36	MÁQUINAS ALTERNATIVAS I segundo as lições do Prof.Engº.A. Gouvea Portela	187$50
FS - 37	MÁQUINAS ALTERNATIVAS I segundo as lições do Engº.Almeida e Castro	112$50
FS - 69	MÁQUINAS ALTERNATIVAS I (Problemas)	9$00
FS - 38	MÁQUINAS ALTERNATIVAS II segundo as lições do Engº.Almeida e Castro	168$00
FS - 182	MÁQUINAS ALTERNATIVAS II (Aditamentos)	(a)
FS - 41	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I segundo as lições do Prof.Engº.António W. Carrisso	180$00
FS - 160	MÁQUINAS ALTERNATIVAS I (PRÁTICA)	(a)
FS - 173	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I (Ensaios)	
FO - 22	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II livro I Máquinas Síncronas (Enrolamentos) pelo Prof.Engº.António W. Carrisso	105$00
FO - 41	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II - Livro II Máquinas Síncronas (F.e.m.induzida e Reacção magnética) pelo Prof.Engº. António W.Carrisso	107$50
FO - 53	MAQUINAS ELÉCTRICAS II - livro III Máquinas síncronas (Características Diagramas de funcionamento) pelo Prof. Engº. António W.Carrisso	(b)
FS - 145	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II (Transformador) pelo Prof. Engº. António W Carrisso	63$00
FS - 16	MÁQUINAS ELÉCTRICAS (Curso Geral) PRÁTICA	75$00
FO - 43	MATEMÁTICAS GERAIS livro I (Funções, limites e continuidade) pelos Dr.Engº. Fernando Dias Agudo e Engº. Jorge Cândido da Silva	75$00
FO - 9	MATEMÁTICAS GERAIS livro II (Cálculo diferencial) pelos Dr.Engº. Fernando Dias Agudo e Engº. Jorge Cândido da Silva	75$00
FO - 38	MATEMÁTICAS GERAIS livro III (Cálculo Integral) pelo Dr. Engº. Fernando Dias Agudo e Engº. Jorge Cândido da Silva	60$00
FO - 44	MATEMÁTICAS GERAIS Livro IV (Séries) pelo Dr.Engº. Fernando Dias Agudo Engº. Jorge Cândido da Silva	52$50
FS - 134	MATERIAIS E PROCESSOS GERAIS DE CONSTRUÇÃO segundo as lições do Prof. Engº.Tavares Cardoso	105$00
FS - 43	MECÂNICA RACIONAL (Formulário)	4$50
FS - 63	MECÂNICA RACIONAL (PRÁTICA)	150$00
FS - 143	MECÂNICA QUÂNTICA segundo as lições do Prof.Dr.António da Silveira	76$50
FO - 61	MECÂNICA DAS ROCHAS pelo Prof.Engº.Fernando de Mello Mendes	(b)
FS - 142	MEDIDAS ELÉCTRICAS (Apontamentos de)	(a)
FS - 129	METALURGIA GERAL E METALOGRAFIA segundo as lições do Prof.Engº. Estácio Marques	85$50
FS - 114	METALURGIA GERAL E METALOGRAFIA segundo as lições do Prof.Engº. Estácio Marques	(a)
FS - 78	METALURGIA (Aditamento)	3$00
FS - 189	METALURGIA DOS METAIS NÃO FERROSOS	(a)
FO - 34	MINERALOGIA E PETROLOGIA livro I segundo as lições do Prof.Engº. Luis Aires - Barros	112$50
FO - 50	MINERALOGIA E PETROLOGIA livro II segundo as lições do Prof. Engº.Luis Aires - Barros	97$50
FO - 51	MINERALOGIA E PETROLOGIA livro III segundo as lições do Prof.Engº.Luis Aires - Barros	(b)
FS - 56	MINERALOGIA (Tabelas Determinativas)	13$50
FS - 103	ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS segundo as lições do Engº. José Pereira Atayde	67$50
FS - 45	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	225$00
FO - 14	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Cames) pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	
FO - 13	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Engrenagens) pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	75$00
FO - 12	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Mecanismos) pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	60$00
FO - 16	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Mecanismos Diversos) pelo Prof. Engº. Luciano Oliveira Faria	(b)
FO - 15	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Transmissão do movimento circular) pelo Prof. Engº. Luciano Oliveira Faria	75$00
FS - 108	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (PRÁTICA) pelo Prof. Engº. Luciano Oliveira Faria	52$50
FO - 40	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS I (Problemas)	144$00
FS - 84	ÓPGÃOS DE MÁQUINAS II pelo Prof. Engº. Luciano Oliveira Faria	240$00
FS - 85	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS II (Aditamento) pelo Prof.Engº. Luciano Oliveira Faria	18$00
FS - 132	ÓRGÃOS DE MÁQUINAS II (Apontamentos de	9$00
FS - 46	PLANO RODOVIÁRIO	9$00
FS - 112	PLÁSTICOS	3$80
FS - 179	PROBABILIDADES ERROS E ESTATÍSTICA segundo as lições do Engº.Alexandre Gomes Cerveira	(a)
FS - 129	PROBABILIDADES ERROS E ESTATÍSTICA (Problemas)	45$00
FS - 47	PONTES (com aditamento) segundo as lições do Prof.Engº. Edgar Cardoso	187$50
FS - 54	PONTES METÁLICAS (Regulamentos)	13$50
FS - 183	PREPARAÇÃO DE MINÉRIOS pelo Prof. Engº. José Quintino Rogado	(a)
FS - 178	QUÍMICA ANALÍTICA GERAL pelo Dr.Engº. Fraústo da Silva	(a)
FS - 49	QUÍMICA ANALÍTICA (PRÁTICA) (Reacção de catiões. Marcha geral da análise de catiões. Reacções de aniões)	73$50
FS - 140	QUÍMICA ANALÍTICA PRÁTICA	15$00
FS - 147	QUÍMICA FÍSICA Segundo as lições do Engº. Jorge C.Gonçalves Calado	(a)
FS - 117	QUÍMICA GERAL segundo as lições do Prof.Engº.Magalhães Ilharco	202$50
FS - 17	QUÍMICA GERAL (Guia de trabalhos práticos)	37$50
FS - 148	QUÍMICA INORGÂNICA GERAL Segundo as lições do Sr.Dr.Engº. J.J.R. Fraústo da Silva	90$00
FS - 181	QUÍMICA INORGÂNICA I (Trabalhos Práticos.	(a)
FS - 48	QUÍMICA INORGÂNICA I	22$50
FS - 159	QUÍMICA ORGÂNICA GERAL (PRÁTICA)	(a)
FS - 95	QUÍMICA ORGÂNICA INDUSTRIAL Segundo as lições do Engº. J.L. Cardoso Pereira	67$50
FS - 138	QUÍMICA ORGÂNICA INDUSTRIAL (Prática)	(a)
FS - 52	QUÍMICA TECNOLÓGICA I (1º volume) segundo as lições do Prof.Engº. Luis de Almeida Alves	157$50
FS - 53	QUÍMICA TECNOLÓGICA I (2º volume) segundo as lições do Prof.Engº. Luis de Almeida Alves	202$50
FS - 55	RESISTÊNCIA DE MATERIAIS segundo as lições do Engº.José Pinto da Fonseca	190$00
FS - 56	RESISTÊNCIA DE MATERIAIS (Formulário)	15$00
FS - 68	RESISTÊNCIA DE MATERIAIS (Problemas)	4$50
FS - 136	RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES ALGÉBRICAS	18$00
FS - 171	SIDERURGIA segundo as lições do Prof.Engº. Estácio Marques	(a)
FS - 73	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS	15$00

FS - 149	SOCIOLOGIA GERAL Segundo as lições do Sr. Dr. Oscar Soares Barata	(a)
FS - 157	TECNOLOGIA MECÂNICA I segundo as lições do Prof.Engº.Jorge Costa André Junior	127$50
FS - 127	TECNOLOGIA MECÂNICA II segundo as lições do Prof.Engº.Jorge Costa André Junior	159$00
FS - 153	TECNOLOGIA MECÂNICA III segundo as lições do Prof.Engº.Jorge Costa André Junior	100$00
FO - 33	TELECOMUNICAÇÕES (Fundamentos de) pelo Prof.Engº.Manuel José de Abreu Faro	105$00
FS - 58	TELECOMUNICAÇÕES I pelo Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	157$50
FS - 87	TELECOMUNICAÇÕES II (Introdução ao estudo das ondas electromagnéticas) segundo as lições do Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	37$50
FS - 88	TELECOMUNICAÇÕES II (Propagação das ondas electromagnéticas em guias de ondas) segundo as lições do Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	30$00
FS - 89	TELECOMUNICAÇÕES II (Introdução ao estudo do ruído) segundo as lições do Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	27$00
FS - 90	TELECOMUNICAÇÕES II (Introdução ao estudo das antenas de emissão e Recepção) segundo as lições do Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	67$50
FS - 131	TELECOMUNICAÇÕES II (Antenas de Emissão e Recepção) segundo as lições do Prof.Engº. Manuel José de Abreu Faro	15$00
FS - 91	TELECOMUNICAÇÕES II (Introdução ao estudo da propagação das ondas electromagnéticas na Atmosfera) segundo as lições d Prof. Engº. Manuel José de Abreu Faro	60$00
FS - 109	TERMODINÂMICA pelo Prof.Engº. António Gouvea Portela	135$00
FS - 180	TERMODINÂMICA (PRÁTICA)	(a)
FO - 11	TRABALHOS MARÍTIMOS E FLUVIAIS pelo Prof.Engº. Vasco Costa	(b)
FS - 133	TOPOGRAFIA GERAL segundo as lições do Engº. Câmara Pestana	85$50
FS - 171	TURBOMÁQUINAS I pelo Engº. José Rebello da Silva	75$00
FS - 186	TURBOMÁQUINAS II pelo Engº. José Rebello da Silva	(a)

FS - Obra impressa em duplicador de Stencil, no formato 1/2 almaço ou A_4

FO - Obra impressa em Offset, no formato A_3 (aprox.) e brochada com capa de cartolina (exceptuam-se aquelas cujo preço é indicado por fascículo)

(a) - 4$50 cada fascículo (obra em publicação)

(b) - 7$50 cada fascículo (obra em publicação)

Os pedidos devem ser dirigidos a:

A.E.I.S.T. - Associação dos Estudantes do I.S.T.

(Secção de Folhas)

Av. Rovisco Pais

LISBOA - 1

EDIÇÕES DA "TÉCNICA"

TÉCNICA - Revista de Engenharia
(Publicação mensal)

ASSINATURAS:	3 nºs.	5 nºs.	10 nºs.
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar Português Brasil e Espanha	-	65$00	120$00
Estrangeiro	-	70$00	130$00
Número avulso			15$00

TABELAS PARA CÁLCULO DE BETÃO ARMADO
F. Vasco Costa, 5ª edição - 1965 — 140$00

TABELAS TÉCNICAS
J.S. Brazão Farinha, 5ª edição - 1962 — 160$00

MANUAL DE HIDRÁULICA GERAL
A. Lencastre, 1ª edição - 1957 (esgotada - em preparação 2ª edição) — 150$00

TOPOGRAFIA GERAL
C. Xerez - 1º vol. 2ª edição - 1959 — 150$00
2º vol. 2ª edição - 1966 — 150$00

FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES
Abreu Faro, 1ª edição - 1965 — 30$00

CÁLCULO DE PÓRTICOS
G. Kani - Trad. da 7ª edição alemã - 1962 — 50$00

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS
A. Herculano de Carvalho, 1ª edição - 1961 — 90$00

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO
Vasco Costa e Osvaldo Francês, 1ª edição -1959 — 35$00

NOTAS HISTÓRICO - PEDAGÓGICAS SOBRE O INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Alfredo Bensaúde, 1949

* CURSO DE MECÂNICA DOS SOLOS
Pimental dos Santos — 40$00

* MÉTODO DE RELAXAÇÃO
Araújo Sobreira — 40$00

* OPERAÇÕES UNITÁRIAS DE QUÍMICA
Almeida Alves — 40$00

* Separatas da "Técnica"

****

Os pedidos devem ser dirigidos a:

TÉCNICA
Av. Rovisco Pais, I.S.T.
LISBOA - 1

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **LUSOTECNA — Consultores Técnicos**
R. Padre António Vieira, 26 — Lisboa
Tel. 68 80 82/3.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **AEG — Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4-Tel. 71 11 71/71 40 01-Lisboa

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **TUDOR — Soc. Port. de Acumuladores**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Tel. 5 19 47 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **A E G Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4 — Tel. 71 11 71/71 40 10 — Lisboa.

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **ALBA — Fábricas Metalúrgicas**
Albergaria-a-Velha — Tel. 52 20 6/7.

— **Bethencourt Bros, Ltd.**
R. dos Sapateiros, 69/73 ou 128-1.º — Lisboa.

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho — Sacavem — Tel. 2510001/4

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Sumner**
L.' do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schoeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel· 2115 7/8/9.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Química Hoechst, Ltd.**
Av. Sidónio Pais, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto.
Av. Duque de Ávila, 169 — Tel. 4 51 41 — Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**

R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**

R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CERVAL— Cerâmica de Vale de Lobos, Ld.ª**

Av. Joaquim António de Aguiar, 41-5.º D.
Tel. 53 11 38 — Lisboa.

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**

Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**

Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 2750 / 68 06 71

— **Rotring —Representante Artur Westheimer** — Lisboa.

— **Wild Portugal**

Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 68 91 12 — Lisboa.

DIVERSOS

— **LUSOTECNA,**

Consultores Técnicos Industriais

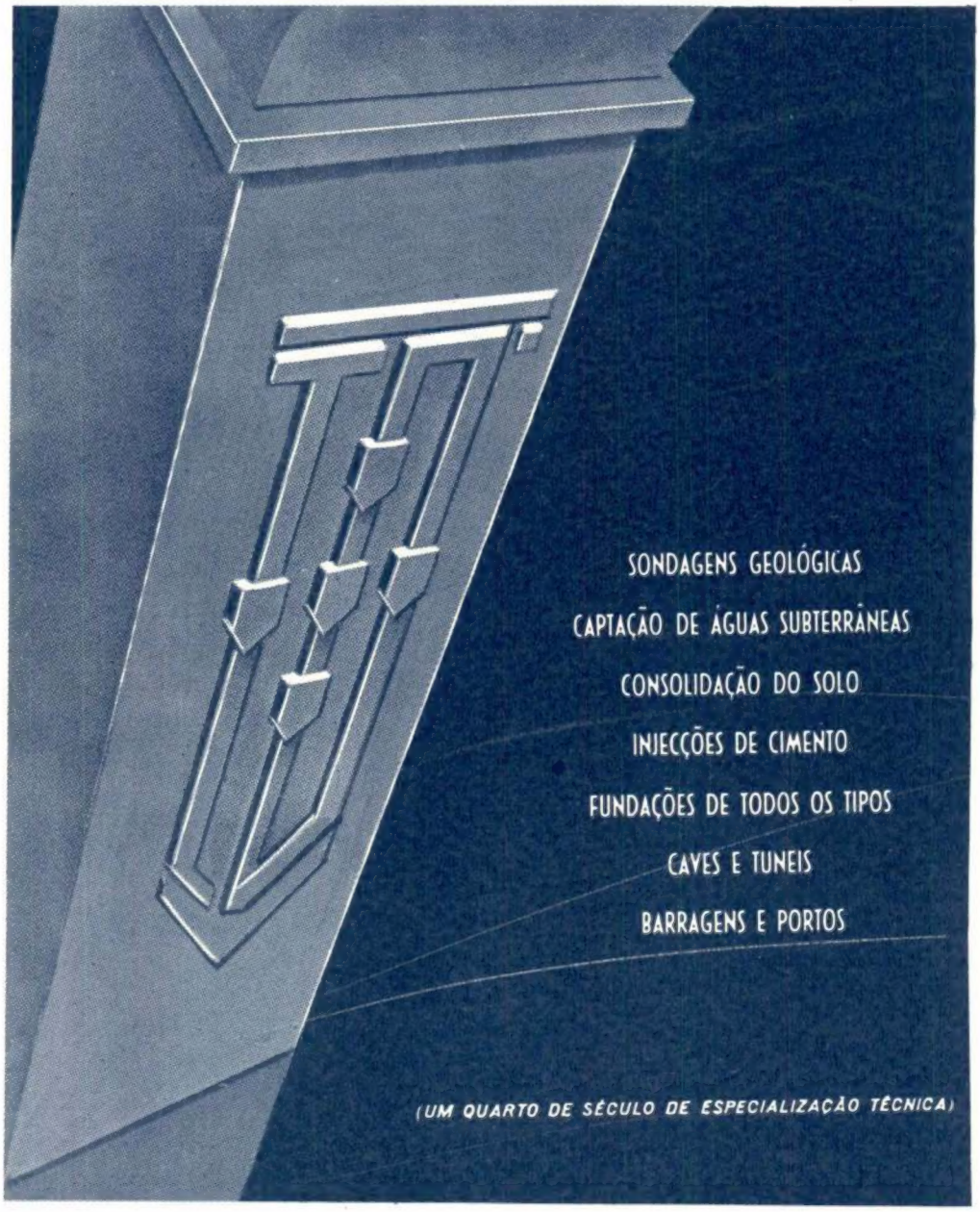
Rua Padre António Vieira, 26 — Lisboa.
Tel. 68 80 82/83

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



SIEMENS

A RECEPÇÃO DE PROGRAMAS DE RÁDIO E TELEVISÃO

para todos
os utentes de

um imóvel

uma vila

uma cidade

pode ser efectuada por
uma única antena Siemens.

Consulte-nos sobre a nossa técnica
de projecção, construção e montagem de

ANTENAS COLECTIVAS E URBANAS

SIEMENS-COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S.A.R.L.

LISBOA-1: AV. ALMIRANTE REIS, 65 — TEL. 53 69 21 • PORTO: RUA DAS CARMELITAS, 12 — TEL. 2 89 43